1025 - BL

MINEIRO LIVELADOR,
OU
HYDROMETRA,
COPIADO
DO
NOVO TRATADO DE LIVELAMENTO
DE
M. LE FEBURE,
E IMPRESSO DE ORDEM
DE S. A. R.
O PRINCIPE REGENTE
NOSSO SENHOR,
PARA O USO
DA
NAÇAÕ PORTUGUEZA,
POR
Fr. JOSE' MARIANO DA CONCEIÇAÕ VELLOSO.

LISBOA
NA OF. DE ANTONIO RODRIGUES GALHARDO,
Impressor dos Conselhos de Guerra, e do
Almirantado.

Anno de 1803.

RPJCB

PROLOGO.

TEndo-se conhecido, pelos gráos do Meridiano, medidos em Laponia, França e no Perú, que o eixo da terra era de 18340 toezas menor que o diametro do Equador, e que o respeito d'hum para outro era como de 177 a 178, resulta destas novas observações, que a terra deve ser applainada em os pólos; e que seria hum erro, e, ao mesmo passo, seria dar huma falsa idéa da figura da terra, o querer suppolla espherica; mas como este erro naõ causa prejuizo algum sensivel ás operações do Livelamento; è que a materia se faria talvez immensa, sem que por isso ficasse sendo mais util, no caso em que se quizesse ter respeito á differença das linhas em toda a sua accepçaõ, e em conformidade aos differentes lugares, por onde, quando se livela, se passa, conservei a hypothese da ter-

ra espherica, suppondo ser a figura mais propria ao fim, que me propuz neste Tratado, que unicamente tem por alvo dirigir o ponto de vista, e, igualmente, as mãos do que se encarrega da obra d'hum grande Livelamento.

Se esta differença causar algum erro, será o de alterar a Livelaçaõ apparente por cima da verdadeira, porém este erro sómente se fará sensivel em huma mui grande distancia.

M. Picard, d'Academia das Sciencias de París, suppõe no seu Tratado de Livelaçaõ, a terra espherica, determinando-lhe o diametro de 6538594 toezas de França, que se reduzem a 3382031 varas.

M. de Maupertuis, e alguns novos Observadores acháraõ, assim no Norte como no Equador, que o eixo da terra devia ser de 6525600 toezas de França, e o diametro do Equador de 6562480 toezas, de cujas sommas juntas, tomada a metade, sería 6544040 toezas, que se poderiaõ tomar pelo diametro em todo o sentido. Esta somma, reduzida a varas do Rheno, sería 3384848 varas para o dia-

diametro, que, neste caso, sería maior que o de M. Picard, isto he, de 2817 varas, ou quasi duas leguas Francezas; e, por consequencia, e em rigor se deveria tirar de cada huma das sommas marcadas na tabella para altura das distancias $\frac{1}{134}$ parte, o que, no caso de se desprezar, naõ causa erro algum, que mereça contar-se.

Por quanto, suppondo-se huma tirada de livel de 250 varas, que naõ deixa de ser alguma cousa grande em huma prática, em que se requer exactidaõ; se por estas 250 varas se acha na taboa das alturas 2 pollegadas, 9 linhas, se procure tirar $\frac{1}{134}$ parte, o que vem a ser com pouca differença $\frac{1}{4}$ de linha, e se diga que a altura do livel apparente acima do verdadeiro em 250 varas he de 2 pollegadas 8 linhas $\frac{3}{4}$, e do mesmo modo a somma das outras distancias; o que, na prática vindo a ser o mesmo, me obrigou a deixar a taboa das alturas, assim como a inseri no Tratado, suppondo-se a terra espherica, e o seu diametro tal, como M. Picard o suppoz.

Cumpre observar que a vara do Rheno tem 12 pés, e a toeza de França 6; mas que

a differença do pé de França para o do Rheno he de 29 a 30, isto he, que 29 pés de França saõ 30 pés do Rheno.

Direi mais que nas obras que concernem as aguas, como saõ Diques, Eclusas, Moinhos, Canaes, &c. quando se quer algum Livelamento grande, se deve proceder com huma grande exactidaõ, e circumspecçaõ. Mas como hum bom Livelamento depende principalmente d'hum bom livel, os Senhores Picard, de Lahire, Huyghens, Roemer e muitos outros se applicáraõ assaz em aperfeiçoar este instrumento, qualquer delles por differentes meios, para chegarem ao mesmo fim.

Ainda que, conforme o sentimento geral, M. Picard tinha sido entre os Academicos, o que melhor o conseguio, com tudo notei na descripçaõ do seu Livel alguns inconvenientes, que advertem naõ ter elle chegado ao gráo de perfeiçaõ, que se requer nestas obras, mas como o seu instrumento seja muito bom com algumas pequenas correcções, que foi facil fazer-se, mandei executar em Berlin hum á imitaçaõ do seu, que, sendo fundado nos mesmos principios tem as mesmas pro-

propriedades, e ficou muito mais cómmodo, e mais exacto na prática pelas mudanças, que lhe fiz. O que me deo lugar de tratar esta materia com huma maior individuaçaõ do que aquella, com que atégora se tinha feito, tendo tido occasiaõ de a profundar no grande Livelamento que fiz dos Rios de Havel, e de Sprée, como se verá no Tratado, em que cuido naõ ter desprezado cousa alguma sobre hum assumpto de tanta importancia.

MINEIRO LIVELADOR,
OU
HYDROMETRA.

CAPITULO I.

Da Theoria do Livelamento.

1 A Arte de livelar tem por objecto conhecer quanto hum ponto, tomado na superficie da terra, he mais baxo ou mais alto que outro ponto, tomado na mesma superficie, ou, o que se reduz ao mesmo, que fica dito, quanto está mais ou menos, apartado do centro da terra. Que cousa seja a arte de Livelar.

2 Esta Arte consiste em duas cousas principaes, a saber, 1. procurar, achar, e marcar dous, ou muitos pontos de livel, que, fazendo parte da circumferencia no circulo, tenhaõ por centro o da terra. Veja-se o preliminar.

Exemplo.

3 Seja o centro da terra A, os pontos B, C, D, E, F. marcados na circumferencia do circulo, Est. 1. fig. 1.

lo B C D E F, que faz huma linha de livelamento, saõ de livel entre si, pois igualmente estaõ apartados do seu centro A.

4 2. Comparar com os pontos do livel, achados, e marcados, outros pontos dados, dos quaes se deseja saber a differença em razaõ de sua altura reciproca, ou apartamento do centro da terra.

Exemplo.

Est. 1. fig. 2. A comparaçaõ de dous ou mais pontos de Livel com outros pontos, dos quaes se quer conhecer a differença em razaõ da sua altura reciproca.

5 Pertende-se saber, se o ponto dado B he mais alto que o ponto C, e quanto. Tambem se pertende saber, se o ponto C he mais baxo, que o ponto D, e quanto. Para isto se procura, e se marca no prolongamento dos raios A B, A C, e A D os pontos E F G de livel; e depois, comparando-se B com E, C com F, e D com G, se verá quanto B está mais perto da circumferencia do círculo que C, e, por consequencia, quanto está mais apartado do centro da terra A. Do mesmo modo se verá, quanto C está mais apartado da circumferencia que D, e, por consequencia, quanto está mais perto do centro, que he o que determina a altura de hum em razaõ do outro. Será o mesmo d'huma infinidade d'outros pontos, como dos tres, que aqui se aponta, e nisto precisamente consiste a Sciencia da livelaçaõ.

Dos differentes Methodos para marcar os pontos de Livel.

Primeiro methodo para marcar dous pontos do verdadeiro livel.

6 O Primeiro, que he o mais simples, e o mais independente, he pela tangente do círculo, quando o ponto do contacto está precisamente no meio da linha; porque entaõ as extremidades marcaráõ os pontos do livel, como se demonstrará.

A tangente marca nas suas duas extremidades os pontos do verdadeiro livel desde que o ponto do contacto está no meio da linha.

7 Mas se o ponto do contacto na circumferencia for em huma das extremidades da linha, ou ainda em qualquer outra parte, que naõ seja no meio, entaõ ella só marcará o livel apparente, pois que huma das suas extremidades estará mais apartada da circumferencia que a outra.

Exemplo.

Est. 1. fig. 3.

8 A tangente B C marca dous pontos do verdadeiro livel em B, e em C, porque o ponto do contacto D he exactamente no meio da linha, e que as suas duas extremidades estaõ igualmente apartadas da circumferencia, e do centro A.

Est. 1. fig. 4.

A tangente ao circulo, do qual o ponto do contacto naõ está no meio da linha, marca unicamente o livel apparente.

9 A tangente D C, ou E D C marca dous pontos do livel apparente, porque o ponto D, em que ella toca a circumferencia, naõ está no meio da linha; o que faz que huma das suas extremidades esteja mais perto da circumferencia que a outra, que, apartando-se, se affasta á proporçaõ do centro,

C he o que faz a differença do livel apparente, e do verdadeiro, de que se fallará ao depois.

A tangente ao círculo he perpendicular ao raio.

10 Desde que huma linha he tangente no círculo, necessariamente he perpendicular ao raio, que termina no ponto da circumferencia, onde toca a linha; póde por tanto servir-se do raio do círculo, para determinar esta tangente, e por este meio marcar os pontos do livel.

Exemplo.

Fig. 5.

11 Seja o centro da terra A, o raio A B, e a tangente C B D, as duas extremidades C, e D estaõ igualmente apartadas do ponto do contacto B, ellas marcaõ por consequencia duas distancias iguaes, que com o raio A B fazem de cada lado os angulos iguaes, sendo ambos rectos; e assim digo, que as duas extremidades da tangente C D marcaõ dous pontos de livel, pois que elles estaõ igualmente apartados do centro A.

12 *Demonstraçaõ.* Os dous triangulos A B C, A B D, saõ rectangulos em B, pois que elles saõ formados por huma tangente, da qual o ponto do contacto na circumferencia he na extremidade do raio B. Os dous lados B C, B D saõ iguaes pela posiçaõ. O raio A B he commum a hum, e a outro: segue-se por tanto, que os dous lados A C, e A D, oppostos aos angulos rectos, saõ iguaes, que os pontos C, e D estaõ igualmente apartados

do

do centro A, e por consequencia do livel, pois que as linhas, que medem suas distancias, saõ iguaes.

13 Segue-se logo tambem desta demonstraçaõ, que, tirando-se d'hum ponto, tomado sobre o raio de huma, e outra parte, linhas rectas a iguaes distancias, ainda quando ellas naõ fossem perpendiculares sobre o raio, as suas extremidades marcaráõ pontos de livel, desde que ellas fizerem com o raio os angulos de cada lado iguaes, quaesquer que elles possaõ ser.

Se de hum ponto, tomado sobre o raio, se tiraõ pelos lados oppostos linhas iguaes, que façaõ com o raio angulos iguaes, as extremidades destas linhas estaraõ em livel. Est. 1. fig. 6.

Exemplo.

14 Seja a linha B A, que marca o raio no centro da terra: se do ponto B, tomado sobre este raio, tirarem as linhas B C, B D, fazendo com este mesmo raio os angulos de cada lado iguaes, como de 95 gráos cada hum, entaõ as duas extremidades C, D, marcaráõ os pontos do livel, pois que as linhas, que medem a sua distancia até ao centro, saõ iguaes. Porque he bem evidente, que naõ he a abertura de algum angulo de 90 gráos, o que faz as distancias iguaes, mas sim a igualdade da abertura em cada lado.

15 Todavia seria de algum modo melhor, na practica do livelamento, que as linhas, que devem marcar o livel, e que se chamaõ linhas do livelamento, fossem perpendiculares ao raio, ou, ao menos, que se aproximassem tanto, que, dado caso, que as distancias absolutamente naõ fossem

iguaes,

iguaes, esta circumstancia naõ houvesse de causar erro sensivel na operaçaõ.

Do Livel apparente.

O livel apparente he huma linha recta formada pelo raio visual, e perpendicular ao raio de hum circulo, no qual toca em huma de suas extremidades.

16 QUando a linha do livelamento for perpendicular ao raio, tocando-o por huma das suas extremidades, entaõ a outra extremidade marcará o livel apparente, e para se poder ter o verdadeiro livel, nada mais se precisará, que conhecer a altura do livel apparente acima do livel verdadeiro.

Das alturas do Livel apparente.

Em que consiste o levantamento do livel apparente acima do verdadeiro.

Veja-se o preliminar.

17 PAra se conhecer a altura do livel apparente, por cima do livel verdadeiro, em huma certa distancia, cumpre primeiramente quadrar a distancia, e dividir ao depois o producto do quadrado pelo diametro da terra, reconhecido, segundo as observações de M. Picard, ser de 3382031 varas do Rheno. O quociente dará a differença; donde se vê que se segue, que as alturas do livel apparente saõ entre si, como os quadrados da sua distancia, e que assim a sua differença he mais, ou menos consideravel, conforme a linha, que medir a distancia, tiver mais ou menos extensaõ; porque entaõ a extremidade desta linha se aparta á proporçaõ da circumferencia do circulo, e á medida que ella se aparta do ponto, em que a toca.

Exem-

Exemplo.

18 Seja o centro da terra A, o arco B C, que marca o verdadeiro livel, e a tangente B E D, que marca o livel apparente; he facil ver-se, que a secante A D sobrepassa o raio A B na distancia C D, e esta distancia C D marca a differença do livel apparente por cima do verdadeiro. Vê-se tambem que, se a linha se estender sómente até E, a differença naõ será taõ grande, como quando se houver de estender até D, e que assim a differença será maior, á medida que tiver a linha maior extensaõ. Est. 1. fig. 7.

19 Se com tudo a distancia naõ exceder a 25 varas, a elevaçaõ naõ será consideravel, e tambem naõ seria mister attendella; mas se for de 50, 100 varas, &c. entaõ o erro, que resultaria, se faria sensivel, e pediria, que se attendesse. Por este motivo dou aqui huma taboa, em que calcúlo as elevações do livel apparente acima do verdadeiro, desde 25 até 16000 varas. Se a linha naõ exceder 25 varas naõ precisa attender-se aos levantamẽtos.

Taboa das elevações do Livel apparente.

Distancias	Varas	Pés	Pollegadas	Linhas
25	0	0	0	0 1/3
50	0	0	0	1 1/3
75	0	0	0	3
100	0	0	0	5 1/3
125	0	0	0	8 1/3
150	0	0	1	0
200	0	0	1	9 1/4
250	0	0	2	9
300	0	0	4	0
400	0	0	7	1
500	0	0	11	2
1000	0	3	6	7
2000	1	2	2	3
4000	4	8	9	3
8000	18	11	1	0
16000	75	8	4	0

20 Por esta taboa se póde ver de quanta consequencia seja attender-se ás elevações do livel apparente por cima do verdadeiro, tendo as distancias huma certa extensaõ.

21 Convem ainda, além da attençaõ acima mencionada sobre as elevações do livel apparente, acautelar-se das refracções, que na realidade naõ saõ muito attendiveis, estando o tempo sereno, e que a linha naõ exceda a 300 ou 400 varas, mas que todavia naõ deixaõ de diminuir a exactidaõ. Tambem precisa acautelar-se das refracções do raio visual.

Da Refracçaõ.

22 Dá-se refracçaõ, quando o raio visual, em lugar de escrever huma linha recta do ponto de observaçaõ ao ponto da mira, se quebra, ou diverge no caminho pela atmosphera, que o obriga a curvar-se, e pouco mais, ou pouco menos, quanto este ar vaporoso, que rodêa a terra, está mais, ou menos condensado. No tempo das minhas operações, livelando de manhã com alguma nebrina, observei, que aquelle objecto, que nesse tempo me apparecia posto ao livel, me apparecia, algum tempo ao depois, posto abaxo delle, e ainda mui consideravelmente, por huma linha de quasi 150 varas, que era ordinariamente a tirada do meu livel. Por muitas vezes fiz estas observações, e creio que isto podia acontecer-me com huma facilidade tanto maior, quanto sempre livelei terra a terra, e pelos lugares mais baxos, como mais convenientes ás minhas operações; mas o ter sempre livelado por meio de huma a outra estancia fez que naõ lhe podesse dar huma maior attençaõ. Que cousa seja a refracçaõ.

O 1. methodo naõ requer rectificaçaõ.

23 O primeiro methodo, para marcar dous pontos de livel, como expliquei, digo, pela tangente, cujo ponto de contacto na circumferencia precisamente he no meio da linha, se póde practicar sem rectificaçaõ do instrumento, sem se ter respeito ás elevações do livel apparente por cima do verdadeiro, e deixando o instrumento em qualquer estado, em que elle possa estar, com tanto porém que naõ padeça mudanças no tempo da operaçaõ.

Diremos ao depois que cousa seja a rectificaçaõ de hum instrumento.

Livelando-se, deve-se pôr, quanto se poder, no meio, e em igual distancia dos termos.

Est. 1. fig. 8.

24 Mas, para se servirem a proposito, ou com proveito, se porá o instrumento, quanto for possivel, em igual distancia dos termos, que se quizer livelar; porque he evidente que, se de huma mesma estancia com hum instrumento, que esteja na mesma altura, e de que sempre se servem da mesma maneira, se determinaõ dous, ou muitos pontos de mira, que estejaõ igualmente apartados do olho observador, todos estes pontos estaraõ igualmente apartados do centro da terra, estando igualmente elevados, ou abaxados a respeito do verdadeiro livel. Por esta razaõ estaraõ todos livelados entre si, ainda que o naõ estejaõ ao olho do observador.

25 Ponha-se o instrumento B em igual distancia dos termos C, D, os dous pontos de mira E, F, marcados nas perpendiculares C G, D H, estaõ de livel entre si, ainda que naõ o estejaõ com o ponto do olho observador B.

26 Disse que, para se servirem proveitosamente

te deste primeiro methodo, era preciso pôrem-se, o mais que lhe fosse possivel, em igual distancia entre os dous termos, se bem que isto naõ era d'huma absoluta necessidade, como se verá na practica do livelamento do n.º 191, até o n.º 194.

Segundo Methodo.

Segundo methodo para notar dous pontos de livel de huma a outra estancia.

27 Este segundo methodo serve, para livelar, d'hum a outro ponto immediatamente, cada hum dos termos, que servem de estancia. Póde-se servir pois assim sem rectificaçaõ, como com rectificaçaõ do instrumento, e sem se ter respeito com as elevações do livel apparente; mas entaõ exigirá hum duplicado livelamento feito da primeira estancia á segunda, e reciprocamente ás avessas da segunda á primeira. Ora, para fazer isto mais claro, e intelligivel quero dar alguns exemplos.

Este exemplo suppõe hum instrumento rectificado para se marcar o verdadeiro livel em huma distancia limitada. Est. 1. fig. 9.

28 O primeiro suppõe que o instrumento está rectificado, para marcar o verdadeiro livel em huma distancia igual á dos pontos de huma á outra estancia.

29 B, e E sejaõ os dous termos, pelos quaes passe o prolongamento dos raios B C, E D, que, na practica da livelaçaõ, se pódem olhar, como duas perpendiculares parallelas entre si, sem se arriscar a erro algum sensivel. Querendo-se sobre estas duas perpendiculares marcar dous pontos de livel, conforme este segundo methodo, convem, para a pri-

meira estancia, collocar o instrumento no termo B, a altura do olho para a 1. linha de mira será em F, e o ponto de mira no outro lado em G. Para a segunda estancia convem transportar o instrumento em E, e pollo, o mais que for possivel, de modo que a altura da vista para a segunda linha de mira seja trazida em G, primeiro ponto de mira. Neste caso, se o segundo ponto de mira se encontrar com o primeiro ponto da vista F, será este hum sinal, que estes dous pontos estaõ no seu livel; porque, suppondo-se, como se deve, naõ ter havido mudança alguma no instrumento nas duas operações, e que o instrumento estava no mesmo estado em cada estancia, segue-se, que os angulos A G F, A F G saõ iguaes pela posiçaõ; e que, por consequencia, as linhas A F, A G saõ iguaes entre si: e que por esta razaõ os pontos F G estaraõ ao livel, estando igualmente apartados do centro A.

Est. 1. fig. 10. Caso, em que a altura da vista naõ póde levar ao 1. ponto da mira.

30 Mas, se a situaçaõ dos dous termos for tal, que a altura da vista para a segunda linha da mira naõ possa ser levada á altura do ponto G, mas unicamente a H; neste caso, se o segundo ponto da mira, marcado da outra parte em I, estiver taõ apartado do ponto F, quanto H do ponto G, seguir-se-ha, que as duas linhas F G, H I, ainda que naõ digaõ relaçaõ em quanto á altura, serão com tudo parallelas, e as suas extremidades estaraõ em livel por consequencia.

31 Mas, se o instrumento levantar, ou abaxar

a mira, entaõ as linhas da mira perderáõ a relaçaõ, naõ seraõ mais parallelas, e naõ marcaráõ mais hum verdadeiro livel. Isto acontece na verdade; mas, a pezar disto, podem servir de as marcar, como o fará ver o exemplo seguinte.

32 Supponha-se primeiramente que, para a distancia B E, o instrumento levanta a mira 6 pollegadas, depois de haver posto, para a primeira estancia, o instrumento em B, e a altura da vista no ponto F; e o ponto de mira G para a segunda estancia, será preciso transportar o instrumento ao termo E, e tendo levado a altura da vista ao ponto G, precisa marcar o segundo ponto de mira mais alto que a primeira altura da vista, segundo a altura, a que o instrumento levantar a mira, como neste caso de 12 pollegadas em H, que entaõ as duas linhas da mira saõ antiparallelas, e fazem angulo F G H. Ora, dividindo-se este angulo em duas partes iguaes, ou, o que vem a dar no mesmo, dividindo-se a distancia F H, como aqui no ponto I, porque a linha, que divide o angulo, deve cortar esta distancia em duas partes iguaes, passando pelo mesmo ponto I, entaõ este ponto I com o ponto G estaraõ ao livel.

Est. 1. fig. 11.

Que cousa sejaõ duas linhas antiparallelas.

33 *Demonstraçaõ.* Os angulos A F G, A G H saõ iguaes pela posiçaõ, e o angulo no ponto A he commum para os dous triangulos A F G, e A G H. Segue-se logo que os outros angulos, que restaõ nestes dous triangulos, como A G F, e

A H G

A H G serão iguaes. Porque, pela 32. propos. do 2. L. d'Euclides os tres angulos de todo o triangulo saõ iguaes a dous rectos: Logo, ajuntando-se ao angulo A G F e o angulo F G I a somma, que he o angulo A G I, será igual a somma do angulo A H G, e do angulo H G I, que saõ iguaes aos dous primeiros. Mas no triangulo I H G, pela mesma 32. propos. o angulo exterior A I G he igual aos dous interiores oppostos A H G, H G I. E assim o angulo A I G será igual ao angulo A G I; pela 6. prop. do 1. L. d'Euclides as linhas A G, e A I seraõ iguaes, e por consequencia os pontos G I de livel.

Est. 1. fig. 12. 34 Se as duas antiparallelas concorrerem dentro do angulo, como neste exemplo, no ponto K: entaõ a linha L K M levada pelo ponto K, de sorte que o divida em dous igualmente, os angulos iguaes H K F e I K G cortaráõ as duas distancias F H, e G I em duas partes iguaes nos pontos L M, que seraõ os dous pontos de livel.

Est. 1. fig. 12. 35 *Demonstraçaõ.* Os angulos no pontos K saõ iguaes aos dous triangulos K F L, K G M, e pela 32. do 1. L. d'Euclides o angulo exterior A F I do triangulo K F L he igual aos dous interiores oppostos K L F, e F K L, do mesmo modo o angular exterior A G H do triangulo K G M he igual aos dous interiores G K M, e K M G, e assim os dous triangulos A F I, e A G H, sendo iguaes pela posiçaõ, do mesmo modo os dous angulos K L F, F K L,

FKL, tomados juntamente, serão iguaes aos dous angulos GKM, e KMG, tambem tomados juntamente; dos quaes, diminuindo-se os iguaes FKL, e GKM, os que restaõ KLF, ou ALM, e KMG, ou AML serão iguaes; pela 6. do 1. L. d'Euclides, os lados AL, AM do triangulo LAM serão iguaes: logo os pontos LM serão de livel.

Est. 1. fig. 13. Caso em que as antiparallelas concorrem por fóra do angulo.

36 Se as antiparallelas naõ concorrerem dentro, mas sim por fóra do angulo, como neste exemplo no ponto K, seria entaõ preciso dividir o angulo FKH em dous igualmente pela linha LIK, que, ao mesmo tempo cortará em duas partes iguaes as distancias FH, OO, marcadas nas perpendiculares BC e ED, entaõ os pontos L, e I estaraõ em livel. Tem a mesma demonstraçaõ que a precedente.

Os prolongamentos dos raios do centro da terra aos pontos das estancias, se podẽ olhar como parallelas.

37 Disse que o prolongamento dos raios, como nos exemplos precedentes BC de AB, e ED de AE, podia ser respeitado como marcando as linhas perpendiculares parallelas entre si, sem se temer erro algum sensivel em razaõ do grande apartamento dos termos de cada estancia até ao centro da terra, e em comparaçaõ da pouca distancia de hum a outro termo: donde se segue que tambem se póde, sem commetter algum erro sensivel, dividir nos exemplos precedentes os angulos formados pelas antiparallelas, dividindo-lhes as suas bases marcadas nas perpendiculares.

Póde-se rectificar hum instrumento conhecendo quando elle levanta, e abaxa a mira.

38 Tambem, em virtude dos exemplos precedentes deste segundo methodo, se póde conhecer quanto qualquer instrumento levanta, ou abaxa a mira, e rectificallo, ou para o fazer marcar o livel apparente, ou para o fazer marcar o verdadeiro livel n'huma certa, e limitada distancia.

39 Fallar-se-ha mais amplamente da rectificaçaõ, ou verificaçaõ de qualquer instrumento no Capitulo seguinte, mas, antes de se acabar este, se faraõ ainda algumas advertencias.

O que resulta d'hum instrumento, que abaxa a mira.

40 Qualquer instrumento, que, abaxando a mira, houver de marcar o verdadeiro livel, naõ poderá marcallo, senaõ em huma certa, e determinada distancia, como de 150, ou 300 varas, &c.

41 Qualquer instrumento, que marcar o livel apparente, o póde marcar em qualquer distancia.

Do erro d'hum instrumento, como elle se augmenta, e diminue.

42 Se qualquer instrumento levantar, ou abaxar a mira a respeito do livel apparente, commetterá hum erro, que se augmentará, ou diminuirá em razaõ das distancias; mas a elevaçaõ do livel apparente acima do verdadeiro segue a razaõ duplicada das distancias, que vem a ser, a do seu quadrado.

Est. 1. fig. 14.

43 Supponha-se neste exemplo que hum instrumento, posto em B, marca a linha da mira C G, que faz tal angulo com a linha de livel apparente C D F. Se, pela distancia C E, supposta de 150 varas o livel levantar a mira a 3 pollegadas, elle a levantará 6 na distancia C G de 300 varas; porque

que as duas linhas E D, G F, sendo levadas parallelas, formaráõ os triangulos semelhantes C D E, C F G; e assim, pela 4. prop. do 6. L. d'Euclides, C D será para D E, como C F para F G.

44 Disse mais, que a elevaçaõ ou alteaçaõ do livel apparente acima do verdadeiro naõ seguia a razaõ das distancias, mas a do seu quadrado; porque, como no mesmo exemplo, o semidiametro A C he para a tangente C F, assim C D ou H D, tangente da ametade do angulo B A F, he para H F, por causa dos triangulos semelhantes A C F, D H F, que saõ rectangulos em C, em H, por causa das tangentes C D, H D, pela 18 do 3. L. d'Euclides, e que tem o angulo commum no ponto F. Duplicando-se o primeiro, e o terceiro termo desta proporçaõ, se terá, como o diametro inteiro he para a tangente C F, assim o duplo de C D, que se suppõe igual a C F, será para H F, que he a correcçaõ que se requer: a razaõ vem a ser, porque o producto dos termos medios desta ultima proporçaõ, que he o quadrado de C F, sendo dividido pelo 1. termo, que he o diametro da terra, produzirá a correcçaõ H F. Ora póde-se suppôr, sendo os angulos pequenos, como saõ, os de que se trata na practica do livelamento, que o duplo de C D he igual a C F; e, que, por consequencia o diametro da terra he para a distancia C F dos pontos, que se querem livelar, como esta Est. 1. fig. 15.

ta mesma distancia C F he para a elevaçaõ do livel apparente por cima do verdadeiro.

Em que se funda o calculo do levantamento do livel apparente acima do verdadeiro.

45 O calculo da elevaçaõ do livel apparente, acima do verdadeiro, he em consequencia desta demonstraçaõ; e por tanto se verá que a elevaçaõ, em 150 varas, he d'huma pollegada; e para 300 varas, de 4 pellegadas. E assim, suppondo-se, que a linha do livelamento B C altêa a mira 3 pollegadas em 150 varas, será mister que hajaõ de abaxar o ponto de vista de C em D 3 pollegadas para marcar o livel apparente de B em D; e para marcar o verdadeiro livel, ainda será mister abaxar huma pollegada de D em E, pois que para a distancia de 150 varas, ha huma pollegada de correcçaõ pela elevaçaõ do livel apparente.

46 Mas se o instrumento, em lugar de levantar a mira, a abaxar 3 pollegadas de D em F; neste caso, para se marcar o livel apparente, será preciso levantallo 3 pollegadas, e unicamente 2, para marcar o verdadeiro, porque, em lugar de se accrescentar, como no exemplo precedente, precisa reter-se huma pollegada para a correcçaõ do livel apparente.

47 Qualquer instrumento, que abaxe a mira, póde compensar o livel apparente em huma certa distancia. Por exemplo, qualquer instrumento que abaxar a mira huma pollegada, recompensa a elevaçaõ do livel apparente em 150 varas; porque a elevaçaõ de hum, que he huma pollegada, compen-

pensa o abatimento do outro, que tambem he huma pollegada.

48 Do mesmo modo, conhecendo-se quanto qualquer instrumento abaxa a mira em huma certa distancia, será facil conhecer, em que distancia haverá de marcar o verdadeiro livel.

Conhecendo-se quanto hum instrumento abaxa a mira, se conhecerá em que distancia marcará o verdadeiro livel.

49 Sabe-se que qualquer instrumento, que abaxar a mira 6 pollegadas por 30 varas, e quer-se saber, em que distancia marcará o verdadeiro livel; precisa-se primeiro procurar na taboa antecedente, N. 20, a altura do livel apparente para 300 varas, e se acharáõ 4 pollegadas. Ao depois disto, fazendo-se a regra de proporçaõ, como se diz abaxo, se achará que hum tal instrumento marcará o verdadeiro livel em 450 varas.

Regra de tres, ou de proporçaõ.

Se 4 . . . . 300 6

	6	
	1800	4
	200	450

50 Esta regra se funda, no que já se disse, que o erro de qualquer instrumento se augmenta, ou diminue em razaõ das distancias; e que as alturas, ou elevações do livel apparente seguem a razaõ do seu quadrado.

CAPITULO II.

Descripçaõ de muitos liveis, e modo de os rectificar.

Do livel d'agua.

51 O Livel, que se chama d'agua, por tirar da superficie da agua a sua exactidaõ, e propriedades, he o mais simples, e o mais cómmodo de todos os instrumentos, de que até aqui se tem servido para o livelamento. Seria tambem hum dos melhores, se fosse possivel que o olho tivesse assaz exactidaõ, para apanhar justamente os dous pontos da superficie da sua agua em a distancia de 3, ou 4 pés, que he a longitude ordinaria deste instrumento que agora descrevo.

Est. 2. fig. 1.

Descripçaõ do livel d'agua.

52 Consiste em hum tubo, ou canudo de lata, ou lataõ de fórma cylindrica, de 4 pés quasi de comprido, huma pollegada de diametro, curvado em angulo recto, quasi 2 pollegadas e meia nas suas extremidades, que sustenta dous vasos de vidro branco, cujo diametro deve ser alguma cousa menor que o do tubo, em que devem estar encaixados, e bem tapados, com betume, ou cera; devem tambem sobresahir as bordas do ferro 3, ou 4 pollegadas, e serem abertos em ambas as extremi-

tremidades, para que, deitando-se agua em huma, possa passar para a outra, posto o livel horisontalmente sobre o seu pé, para que faça em huma, e outra, huma mesma agua, e huma mesma superficie.

53 Mas, sendo constante que todos os pontos da superficie da agua, ou de qualquer liquido, que houver de ser, naõ estando em movimento, estaõ em livel; pois que, tendendo todos igualmente ao centro, ficaõ igualmente todos delle apartado; segue-se que, podendo-se apanhar justamente dous pontos desta superficie, como B C, e por estes dous pontos márcar-lhe hum 3. D na mesma linha em certa distancia, este ultimo ponto com os dous primeiros marcará o livel apparente, que poderá, sem receio de erro sensivel, ser tomado por livel verdadeiro: porque, como de ordinario he impossivel que a huma vista se possa descobrir distinctamente hum ponto, ou huma linha em distancia de mais de 25 varas; he da mesma sorte moralmente impossivel, que a outra só vista se possa distinctamente alcançar por huma tirada de livel hum ponto, que seja exactamente justo em huma maior distancia.

Que todos os pontos da superficie da agua estejaõ em livel.

54 Ora, como se disse, no Capitulo precedente, N. 19, que, se a distancia naõ exceder 25 varas, seria inutil attender-se a elevaçaõ; segue-se logo, que todo o tiro do livel dado, ou com agua, ou com as pinulas simplesmente, se póde com toda a certeza olhar, como marcando hum livel verdadeiro.

Es-

Em que occasiaõ se póde servir do livel da agua. — 55 Este livel póde servir muito bem para as distancias curtas, visto que o seu erro naõ póde ser de muita contemplaçaõ, tratando-se de alguns tiros de livel; porém n'huma livelaçaõ grande sempre se deve temer, naõ se applicando huma extrema precauçaõ, que o erro se lhe naõ haja de multiplicar pela quantidade, se algum acaso naõ houver de compensar o outro, e por isso naõ se deve estar seguro.

56 Isto deo lugar a muitos de se applicarem a esta materia, e de inventarem outros instrumentos menos capazes de erros, mais exactos, e mais expeditos para esta sorte de operações.

57 Como M. Huygens, de Lahire, e Picard foraõ, os que inventáraõ os melhores, darei a descripçaõ dos instrumentos da sua invençaõ, do mesmo modo que vem mettidos no Tratado de Livelamento de M. Picard no 6. tomo das Memorias da Academia Real das Sciencias de París.

Descripçaõ do livel de M. Huygens.

Est. 2. fig. 2. A principal parte do livel he a luneta. 58 A Principal parte deste instrumento he huma luneta de alcance d'hum, ou dous, ou mais pés, conforme for o effeito que se quer que haja de fazer. He de 2, ou 4 vidros convexos pelo methodo ordinario, e muito conhecido: dous fazem ver os objectos inversos, e quatro, pelo contrario, di-

direitos. O seu canudo he de latão, ou de outro metal, em feiçaõ de cylindro, e passa em huma virola C, que o segura pelo meio, onde está soldado.

59 Esta virola tem dous prolongamentos chatos iguaes D, E, hum no alto, outro em baxo, cada hum do tamanho quasi da quarta parte da luneta, de sorte que o todo representa huma cruz. No fim destes prolongamentos estaõ apegados fios dobrados, passados por pequenos anneis, e depois apertados entre tenazes. Da virola que sustem a luneta.

60 Huma das pontas destas tenazes se crava no fim do prolongamento fixamente, e a outra fica de modo que elle se possa abrir. Em huma destas argollas se suspende a cruz no gancho F, e por baxo se pega a outra argola (conforme o que se houver de dizer) hum peso, que iguala ao peso da cruz, e que se contém na boceta G, da qual unicamente sahe o seu gancho: o vaõ, que sobeja nesta boceta, se enche de algum azeite, v. g., de nogueira, linhaça, ou qualquer outro, que naõ haja de coalhar, por cujo meio os balouços do peso, e da luneta promptamente paraõ. Est. 2. fig. 2.

61 Dentro da luneta tem hum fio de seda, estendido horisontalmente pelo foco do vidro objectivo, ainda que haja hum ou tres oculares. Póde-se levantar, ou abaxar este fio por meio de hum parafuso, que se volta a travéz do buraco feito no tubo da luneta: o modo de ajustar este fio se dirá Est. 2. fig. 3. O fio estendido pelo foco do vidro objectivo.

ao

ao depois. I he huma virola mui leve, que só pesa $\frac{80}{1}$, ou hum 100 da cruz que se prende no lugar do tubo da luneta, que se quer, e, além disto, se a cruz naõ estiver bem em equilibrio, digo, se o tubo da luneta naõ estiver bem parallelo ao horisonte, se ponha outra virola dentro da luneta de hum peso sufficiente para fazer este equilibrio, no qual por tanto se naõ requer huma exacçaõ taõ grande.

Est. 2. fig. 3. Cruz de páo chata em que se pendura a machina.

62 Huma cruz de páo chata serve para suspender a machina, tendo para isto no seu cimo hum gancho F, e em hum de seus braços a forquilha K, que impede o demasiado movimento lateral da luneta, permittindo-lhe unicamente meia linha de jogo. A boceta, que contém o chumbo, e o azeite pende da mesma cruz, estando encaxada pelos lados, e fundo; e para cobrir o livel contra o vento, se encosta á cruz chata de madeira outra cruz vasada, ou concava, tambem de madeira L, que se prende com dous ou tres ganchos, de maneira que o seu todo faz huma caxa inteira.

Re-

Rectificaçaõ deste livel, e modo de se servir delle.

63 PAra se ajustar, e rectificar este livel se pendura por hum dos seus braços, ou ramos, sem lhe pôr o plumo, ou chumbada em baxo, e se avista algum objecto distante, notando o lugar, onde dá o fio horisontal, que se vê distinctamente, e taõ bem como o objecto; ao depois se póe a chumbada, engachando-a pelo annel debaxo; e se o fio horisontal corresponder ao mesmo sinal do objecto, se póde ficar certo, que o centro da gravidade da cruz está precisamente na linha recta, que ajunta as duas pontas da suspensaõ, a saber, onde os dous fios estaõ presos aos prolongamentos, que he a primeira preparaçaõ necessaria. Est. 2. fig. 2. Modo de se rectificar o livel.

64 Mas, naõ se achando isto, se conseguirá facilmente por meio da virola I, observando, que se a luneta se abaxar ao depois de se lhe haver posto o peso, precisa adiantar a virola para o vidro objectivo, e afastallo pelo contrario, se a luneta se levantar, ao depois de se lhe ter posto o peso. Isto he verdade, ou a luneta seja de quatro, ou unicamente de dous vidros convexos; digo, quer faça ver os objectos direitos, quer inversos.

65 Tendo assim reduzido a olhar o mesmo ponto, sem a chumbada, ou plumo, e com elle, se volta o livel debaxo para cima, suspendendo pe-

lo prolongamento que fica por baxo, e prendendo a chumbada em outro, para que mais presto pare o seu movimento, o que, além disto, he vantajoso pelo que falta para se fazer.

66 Que, dando entaõ o fio, que está na luneta, o mesmo ponto do objecto que antes, se póde estar certo, que o ponto está precisamente no plano horisontal do centro do tubo da luneta, como se verá pela demonstraçaõ.

Est. 2. fig. 2. Parafuso para levantar, e abaxar a mira.

67 Mas, se o fio naõ der o mesmo ponto, se reduzirá a elle, levantando, ou abaxando, por meio da tarracha, ou parafuso, que se poz para isto, observando de o levantar, se elle se levanta, e de abaxar, se elle se abaxa, voltando a luneta em cada correcçaõ.

Est. 2. fig. 2.

68 O instrumento, feito isto, ficará perfeitamente rectificado, sem se embaraçar, o que he mui notavel, que o vidro objectivo, ou os oculares hajaõ de ficar bem concentrados, nem situados exactamente em linha recta, servindo ao depois com segurança, com tanto porém, que naõ hajaõ mudanças; porque o fio horisontal marcará em toda a parte, quando se chegar a avistar o lugar do objecto, que está no plano horisontal do centro da luneta.

Olhar sem plumo, e cõ elle.

69 Mas, se acontecerem algumas mudanças, se poderá conhecer em cada observaçaõ, que se fizer, vendo 1. com o plumo posto, e ao depois sem elle, e finalmente revirando a luneta. Nisto con-

consiste a principal vantajem, em que este livel sobrepassa aos outros, porque impede que se possa commetter erros, ou ser enganado, servindo-se delle.

70 O pé, que deve sustentar esta maquina, he huma chapa redonda de ferro, ou de latão alguma cousa concava, á qual se prendem por engonços tres páos, que tenhaõ perto de tres pés e meio. A boceta, ou caxa, descançando nesta chapa, ou lamina em tres pontos, se póde volver para a parte que se quer, e a concavidade esferica dá o meio de a dirigir com facilidade, até que o plumo tenha o seu movimento livre na caxa, o que se vê pela abertura M, feita na coberta, ou caxa de madeira. O peso deste plumo serve para ter a caxa firme sobre o seu pé: mas póde-se segurar ainda mais facilmente, querendo-se, com lhe abrir hum furo no meio da lamina, ou chapa concava.

Est. 2. fig. 2. Do pé, que conduz o livel.

71 Em lugar de incluir na caxa G todo o peso, se lhe póde pôr hum terço, ou hum quarto sómente, e pôr o resto no mesmo cabo de ferro, mas fóra da caxa. Entaõ se haja de observar, 1. com o unico peso leve, que pende na caxa; ao depois se ajunte outro em cima, e ajustando-se o fio horisontal, se deixaráõ ambos: por este meio os balanços da luneta pararáõ logo em todas as operações, que se fizerem para a rectificaçaõ, em lugar de que, naõ se lhe pondo de todo o peso em algumas, o movimento cessará com maior difficuldade.

Est. 2. fig. 2.

Gancho, em que se suspõda a cruz.

72 O gancho F, que suspende o livel, póde simplesmente estar preso á cruz chata de madeira; mas aqui se representa presa a huma virola, que se levanta, ou abaxa por meio de hum parafuso, que pende do annel, pelo qual se conduz a maquina.

Est. 2. fig. 2.

73 A vantajem, que se tem nisto, vem a ser, que, transportando-se o instrumento, se podem afrouxar os fios da cruz, fazendo-os descer até a forquilha, e sobre o braço pequeno curvado, e isto sem se abrir a caxa de madeira.

74 Para se impedir, que o azeite da caxa G se derrame, quando se leva o livel em viagem, se póde fechar o buraco desta caxa, pelo proprio peso que contém. Para isto se deve fazer o peso bem plano por baxo, e se puxará para a tampa da caxa por meio de hum S.

75 O tubo N representa em grande, aquelle que dentro da luneta traz o fio horisontal. Contém huma móla presa á forquilha Q, que sustem o fio de seda com cera. Esta móla empurra a forquilha para o pedaço de latão T, no qual entra o parafuso, que corresponde ao buraco H da luneta, e por cujo buraco se póde tambem voltar o tubo N, para fazer que o fio haja de ficar exactamente horisontal, o que se sabe olhando-o pela luneta.

76 Se me permittem dizer, o que sinto sobre este instrumento, direi, que me parece mui difficultoso prender-se absolutamente a cruz, e o peso com

com tanta exacçaõ, que a linha de direcçaõ do centro de gravidade, determine sempre hum mesmo angulo com o centro do tubo da luneta, que se julga determinar todas as vezes a linha de livelaçaõ pelo raio da vista, que delle sahe. Se me disserem, que a gravidade da cruz, e do peso com ella preso determina naturalmente este angulo, responderei, que ainda isto se naõ acha provado, e que me persuado ser bastantemente difficultoso poder-se prender sempre a cruz, e peso com bastante exacçaõ para este effeito. Além disto me persuado, que naõ he muito facil o manobrar, e transportar pelo campo com o seu azeite por todos os lugares, em que for preciso. E a pesar disto tudo, julgo que he dos melhores entre os que se tem feito.

Juizo do Author a respeito do livel de M. Huyghens.

Descripçaõ do livel de M. Lahire.

77 ESte livel toma toda a sua exacçaõ de superficie da agua, que suppomos estar igualmente apartada do centro da terra, e taõ sómente consiste no modo de fazer nadar sobre agua huma luneta de alcance, que lhe serve de pinnulas, como nos outros liveis.

Livel de M. de Lahire.

Na primeira figura A R C, e B E T estaõ dous vasos quadrados de madeira, ou de lata largos, de 4 pollegadas e meia quasi, e altos de 8 pollegadas.

Est. 2. fig. 1.

O tubo C D serve de cõmunicaçaõ a estes dous vasos, para que a agua se possa passar facilmente de hum para outro: deve ter, pelo menos, meia pollegada de diametro, e de longura quasi dous pés e meio.

O tubo A B está preso no cimo dos dous vasos quadrados, e serve de tubo da luneta.

O vaso A R C he furado em R defronte do tubo A B, para se ajuntar neste lugar hum falso canudo, que traz o do vidro ocular, que se póde alongar, ou aproximar, conforme for necessario.

O outro vaso T B D tambem he furado na sua parte T, defronte do tubo A B, para fazer a abertura da luneta.

Prende-se huma pequena chumbada no meio do tubo A B, a qual, batendo sobre hum sinal, feito no tubo C D, faz ver, quando os dous vasos estaõ quasi no livel, para lhe poder pôr a agua na mesma altura.

Deve-se pôr sobre os dous vasos huma coberta ligeira, para que se possa tirar facilmente: a qual serve de impedir a luz de dar sobre o vidro objectivo, e sobre os fios, para que a luneta possa fazer melhor o seu officio.

Tambem ha dos dous lados de cada vaso duas pequenas laminas de latão, ou lata, que descreverei, fallando do seu uso.

78 A segunda figura representa huma das duas ca-

caxas, que trazem as pinnulas para as fazer nadar sobre a agua; ellas devem ser feitas de lataõ mui delgado, para poder nadar com muita facilidade, e naõ mergulhar, senaõ o que for necessario, por meio do peso, que se lhe póe dentro. Caxas, que trazem o vidro.

O corpo destas caxas he cylindrico, quasi de duas pollegadas e meia de altura, que tambem deve ser a grandeza do diametro do seu cylindro: deve ser bem tapado com huma coberta por cima; e por baxo tem huma cabecinha de hum dedo de altura para a parte da ponta E.

O tubo F G he soldado por cima da caxa, tem de altura duas pollegadas, e de largura huma; a parte superior deste tubo he aberta dos dous lados até á altura de huma pollegada, e em cada huma das partes, que lhe fica dentro da abertura, se péga huma pequena ranhura, que serve para sustentar o caxilho da pinnula, que sómente lhe deve entrar até huma certa profundeza, onde deve parar. Est. 2. fig. 2.

L M he hum arame de lataõ, quasi taõ comprido como a largura do vaso, e que passa pelo meio deste tubo hum pouco abaxo da pinnula. Este arame serve para suster a caxa, e a pinnula, quando ella nada sobre a agua, de sorte, que ella apresentando sempre a sua abertura á do tubo da luneta A B, escorrega, ou resvalla entre as duas pequenas azas, ou laminas de lata, ou lataõ, apegadas aos dous lados de cada

ca-

caxa, e que saõ taõ compridas, e taõ proximas huma da outra, quanto se faz necessario, para haver de impedir, que o arame de latão, que sustem o tubo F G, naõ vacille, ou balancée para qualquer dos lados.

Ha huma abertura na coberta das caxas por dentro do tubo F G, para se lhe poder deitar dentro huma bala de chumbo, ou hum pouco de azougue, o que embaraça, que as caxas, boiando em cima da agua, naõ possaõ inclinar-se, ou pender para qualquer dos lados, e a quantidade do azougue, ou a bala de chumbo, deve ser mui pesada para obrigar a que mergulhe a caxa na agua, até o lugar do tubo marcado I K, que he meia pollegada quasi acima da coberta da caxa; esta se deve, ao depois, fechar com huma pequena chapa de latão mui delgada, que se lhe pega bem toda em roda com cera molle.

Estas duas caxas devem ser d'huma figura muito igual em todas as suas partes, e quando estiverem provídas de suas pinnulas, e do chumbo, ou do azougue, tambem devem pesar igualmente.

79 A terceira figura representa a pinnula, que traz o encruzamento dos fios.

80 A quarta figura he a que traz o vidro objectivo.

Cada huma destas pinnulas he hum pequeno caxilho, que entra nas ranhuras, que estaõ nos dous lados da parte superior do tubo F G.

Póe-

Põe-se nos vasos A R C, B D T a agua, que for necessaria, para levantar as caxas, que trazem as pinnulas, de sorte que correspondaõ á abertura do tubo A B.

Como se põe agua nos vasos.

81 Este livel se póde conduzir facilmente, conservando as caxas, e as pinnulas em huma caxa, sem que seja necessario rectificallo todas as vezes, que se houver de servir delle, e do mesmo modo levando-o d'hum a outro lugar, quando se livela. Será preciso que nunca se haja de deixar as pinnulas nos vasos, em que estiver a agua pelo medo de que, com o abalo do caminho, naõ lhe entre alguma gota de agua nos tubos, que trazem as pinnulas, o que fará que as caxas entrem mais na agua, porque ficaõ mais pesadas.

Póde-se dar a este instrumento o pé, que se julgar mais conveniente, pondo-o sobre hum pequeno banco, para o levantar hum pouco da terra, ou prendendo-o em huma taboa, e descançando-o sobre o baxo do cavallete, ou finalmente ajuntando tres, ou quatro extremidades de tubos com engonços as duas caxas, para o especar com páos de grandeza, que se quizer, que lhe serviráõ de pé, como de ordinario se faz aos semicirculos, de que se servem nos campos, para levantarem planos, ou cartas.

Descripçaõ do Livel de M. Picard.

82 A Representaçaõ deste instrumento he de hum tal feitio, que póde ser visto por dentro como se a parte, que se apresenta á vista, fosse tirada, ou ainda, como se ella fosse de vidro, e que se podesse ver a travéz.

Est. 2. fig. 5. Tubo quadrado da luneta.

E F G H, he hum tubo quadrado, que serve para a luneta, o qual se faz d'alguma materia sólida, e firme, como ferro, lataõ, muito forte, de sorte que facilmente se naõ possa corromper.

E F hum pequeno caxilho, que traz o vidro objectivo.

Caxilhos que trazem os fios.

E G outro caxilho, que traz dous fios de seda mui delgados, que se encruzaõ, ou cortaõ no foco da lente ou vidro objectivo.

Do vidro objectivo.

83 O vidro objectivo, e estes fios, fixos deste modo juntamente no tubo, servem de pinnulas para o livel.

Do vidro ocular.

O pequeno tubo D he, o que contém o vidro ocular, que se póde introduzir mais dentro, ou puxar para fóra, conforme a disposiçaõ do olho, de quem observa, sem que por isso aconteça qualquer mudança na disposiçaõ do vidro objectivo, e dos fios.

A luneta se prende fortemente em angulo recto com o tubo K, de sorte que hum se naõ possa mover sem o outro.

L M

LM saõ quartellas arqueadas, ou curvas, que servem de sustentar a luneta com o tubo, e para inclinar o livel d'hum, e outro lado, quando está sobre o seu pé.

84 A C he hum cabello, suspenso no ponto A por hum aro, ou chapa, que se faz na sua extremidade, e esta passa sobre huma agulha encostada pela ponta n'huma peça de lataõ, que se eleva do fundo da caxa, ou tubo; para que o cabello se possa mover livremente. Esta peça com a agulha se representa em particular na fig. 6. Do cabello do perpendiculo. Est. 2. fig. 6.

85 Na ponta do cabello, pende huma chumbada C, que se faz d'hum peso sufficiente, para que possa ter o cabello bem estendido sem se quebrar. Do plumo.

B he huma lamina de prata, encaxada a flôr sobre huma peça de lataõ; que está taõ elevada sobre o fundo, como a que traz o centro no ponto A. No meio desta lamina ha hum ponto, que serve para determinar o livel apparente, como diremos ao depois, quando se verifica o livel. Do ponto tomado sobre a lamina.

86 Do ponto A para o centro, onde está suspendido o cabello, se descreve hum arco de circulo, que passa pelo centro da lamina, e em que de hum e outro lado se marcaõ pequenas divisões iguaes, que lhe determinaõ os minutos dos gráos, se he possivel, o que serve a mostrar quantos minutos qualquer objecto está mais, ou menos ele- Est. 2. fig. 5. Do ponto tomado por centro do perpẽdiculo.

vado, que o livel apparente. Isto se deve unicamente entender até o número dos minutos, que estaõ marcados na peça de latão.

Do vidro objectivo.

O vidro objectivo deve estar seguro no caxilho E F, e este caxilho deve ser immovel na caxa, ou tubo da luneta.

Est. 2. fig. 7. Dos caxilhos, que trazem os fios.

87 O caxilho G H, que traz os fios, tambem se deve segurar no corpo da mesma caxa; e por isso algumas vezes se faz hum caxilho dobrado, que traz os fios, e que justamente escorrega por huma ranhura, que está no primeiro caxilho, e se lhe segura huma móla na parte inferior deste primeiro caxilho, que conduz os fios, o qual repelle, o que se quer, para baxo, por meio de hum parafuso, que penetra a caxa da luneta na parte superior, onde está a rosca, e que obriga a móla, que o sustenta por cima, como a fig. 7. o faz ver.

Est. 2. fig. 5.

A cauda N he huma vara de ferro rijo, e muito forte, para que se naõ dobre: segura-se pelo cumprimento da caxa de perpendiculo, de sorte que sómente póde subir, e descer, cahindo até a terra; e serve para fazer parar o livel na inclinaçaõ, em que se quer pôr.

Do pé, que serve para sustentar este instrumento.

88 O pé, sobre que se põe este instrumento, he hum cavallete, como os pintores se servem para sustentar seus quadros; apoia-se sómente o livel pelas quartellas sobre os tornos do cavallete, de sorte que se possa mover sobre estes tornos, e inclinar-se para hum, e outro lado.

Pó-

Póde-se facilmente ajuntar a cada pé do cavallete hum falso pé de ferro, em fórma de ferrolho, que corre com suas armellas no lóngo do pé de páo, que se póde fazer parar no comprimento, que se quer, por meio d'hum parafuso, como a fig. 5. o mostra com bastante clareza, o que he de huma grande utilidade, para alongar o pé do cavallete nos paizes desiguaes, e escabrosos. Est. 2. fig. 5.

89 Naõ se determina a longitude deste instrumento, mas unicamente se deve notar, que quanto for maior, tanto mais observará com exactidaõ.

90 Aquelles, de que ordinariamente nos servimos, tem a luneta de tres pés de comprimento, e o perpendiculo de quatro.

Ainda que o tubo do perpendiculo tenha communicaçaõ com o tubo da luneta, e que o seu fio, ou cabello passe a travéz, isto naõ produz com tudo alguma mudança, sendo imperceptivel, por ser muito delgado.

Des-

Descripçaõ d'hum livel de nova construcçaõ.

Est. 3. fig. 1. Descripçaõ do livel, q̃ fiz cõstruir para os livelamentos dos rios de Havel, e de Sprée.

91 ESte livel se compõe d'huma cruz de ferro, marcada A B C, de 5 pés de altura, e 4 de largo. Os lados oppostos desta cruz saõ perfeitamente iguaes. Tem duas linhas de grossura, e huma pollegada de largura; e para que toda a cruz naõ seja taõ sujeita a dobrar-se, se reforça ainda com quatro quartellas curvas inversas, que a fazem mais sólida, e servem a apoialla, como se vê na primeira figura.

Fig. 1. e 2. Dos caxilhos que trazem a luneta.

92 Nas duas extremidades B C se seguraõ fortemente dous caxilhos quadrados de cobre, ou ferro, por serem capazes de maior resistencia.

93 Estes caxilhos devem levar huma luneta de quatro pés e meio de comprimento, da maneira seguinte.

Est. 3. fig. 3.

94 Em cada hum dos dous caxilhos, assim seguros no ferro, se encrava outro pequeno caxilho, que se move igualmente nas ranhuras de cima para baxo, e de baxo para cima, e que se prende por meio de algum parafuso no alto, e no baxo, apertando hum contra o outro. Este segundo caxilho he furado em redondo, para receber o tubo da luneta de cada lado, e este tubo he feito d'huma fórma cylindrica; mas, como naõ faz todo o comprimento da luneta, se lhe ajunta a parte E B, que conduz o vidro objectivo, e que, pela força do parafuso, aperta

ta fortemente o tubo com o caxilho, para naõ correr risco de se desordenar, ou de se voltar.

95 Ajunta-se tambem o pequeno tubo GF, que traz o vidro ocular, que se mette no tubo da luneta, e se tira á proporçaõ da vista de quem observa; e assim todo o corpo da luneta he de quatro pés, nove, ou dez pollegadas, em tres peças. Est. 3. fig. 1.

96 Nos focos d'ambos os vidros, que ficaõ o mesmo, trazendo-se juntos, se põem dous cabellos em cruz dos mais subtis, e delicados, que se acharem, e se põem por meio d'hum annel de cobre, a que estaõ seguros. Cabellos nos focos dos vidros.

97 O cabello, que se põe horisontalmente, serve com o vidro objectivo de pinnulas para avistar o objecto, que apparecerá inverso, por ter sómente dous vidros convexos; mas, como se quer sómente observar distinctamente hum ponto, ou huma linha, importa muito pouco, que o objecto appareça direito, ou inverso. Além de que, o olho primeiramente se acostuma, e a visaõ mais clara, que resulta, faz que se prefiraõ dous vidros a quatro; mas, querendo-se ver tudo em a sua situaçaõ natural, bastaria só accrescentar dous vidros oculares convexos.

98 As duas extremidades da cruz no alto, e em baxo, como a figura mostra, tem huma e outra huma abertura. Perto de cada abertura se seguraõ as duas laminas redondas de cobre HG. Acima da primeira lamina em I está seguro hum fio do perpen- Est. 3. fig. 1.

perdiculo, que na sua extremidade tem penduradó hum pequeno peso K, de quasi onça e meia, o que faz hum raio de quatro pés e meio, cujo centro se marca I na borda da lamina.

Est. 3. fig. 4. Como o cabello do perpêdiculo bate na lamina.

99 Este perpendiculo bate na lamina H, e o seu peso he recebido na sua abertura debaxo. Além disto, he bem cuberto por huma especie de caxinha de madeira, encostada ao ferro, e perfeitamente unida, de sorte que o cabello do perpendiculo tenha o seu balanço livre, e que naó possa ser agitado pelo ar exterior.

Est. 3. fig. 1. Pontos marcados na lamina.

100 Tem sobre a lamina alguns pontos marcados, á escolha de quem trabalha; mas tendo-se parado em hum destes pontos, e tendo-se feito corresponder exactamente com o cabello do perpendiculo no seu primeiro alcance, ou tiro do livel, deve no segundo, tendo voltado o seu instrumento, parar no mesmo ponto, e fazello corresponder com exactidaõ ao cabello, para que faça absolutamente com a linha visual hum mesmo angulo, seja qual for, o que he assás indifferente, desde que se tem bem arranjado o instrumento em igual distancia dos termos, de que se quer procurar, como se demonstrou no Capitulo precedente.

A exactidaõ da operaçaõ depende da perfeita concordancia do cabello com o ponto tomado na lamina.

101 Porque do perfeito acordo do ponto tomado sobre a lamina com o cabello do perpendiculo, depende a exactidaõ da operaçaõ, por ser a base, seraõ poucas todas as precauções, que se tomarem, para se fazer a cousa com a maior justeza, que humanamente for possivel.

102

102 Seria conveniente que esta parte baxa, que descobre a lamina, e o peso do perpendiculo, fosse de alguma maneira tambem coberta, para se privar todo a accesso do ar exterior, que poderia ainda dar algum movimento nesta parte ao pequeno peso. Est. 3. fig. 1.

103 Para isto nada contemplo melhor, que ajuntar-lhe huma especie de pequena lanterna quadrada L M, com tres vidros bem limpos, e claros, dous nos lados, e hum por diante; esta lanterna deve unir-se perfeitamente; e segurar-se a esta parte baxa por dous parafusos fortes, de maneira, que se possa tirar, e tornalla a pôr, conforme se julgar opportuno.

104 Segura-se o fio do perpendiculo em huma extremidade do latão B, que, sendo passado em fórma de chave por hum buraco feito na cruz por cima, e ajuntando a lamina D, saia fóra tanto quanto for necessario, para que o fio nada mais faça que andar pela superficie. Este pedaço de latão he de huma fórma cylindrica, como a figura o mostra. Tambem he furado de hum pequeno buraco, e algum tanto fendido na extremidade. O pequeno buraco he para receber hum alfinete C, que sustem o fio, que ao depois se passa pela fenda, para ser conservado na mesma situaçaõ, em razaõ do centro, que deve ser sempre o mesmo. Esta peça he huma das partes essenciaes do instrumento. Est. 3. fig. 5. Como se prende o fio no perpendiculo.

Cavallete, em que se sustenta a cruz. Est. 3. fig. 5.

105 O cavallete N, em que se apoia a cruz, tem 4 pés, e a peanha tem quatro pés e meio de altura. O cavallete tem nas suas cabeças tres cintas de ferro O O mui fortes, e que sahem fóra algumas pollegadas. Saõ furadas em 6 lugares, para receber cada hum duas pontas de ferro P, que o devem penetrar horizontalmente, e sustentar a cruz apoiada em cima pelas suas quartellas.

106 Em lugar d'huma quarta cinta de ferro, que deveria haver, para sustentar a segunda ponta, fazem-na sustentar por huma chave Q, da qual a parte baxa, feita em parafuso, se levanta, ou abaxa insensivelmente, por meio d'huma virola pequena R de rosca, o que faz o instrumento muito mais facil de manobrar, quando se trata de levantar, ou de abaxar a mira.

107 Todo o corpo da luneta, assim como os caxilhos se desapparelha, e se póe em huma caxa de comprimento conveniente, para se naõ sujeitar a algum risco no seu transporte. O pé se dobra como os de huma meza, de sorte que se póde apparelhar, e desapparelhar o instrumento, como se julgar conveniente.

108 Deve-se notar, que o cabello, que está no secco dos vidros, naõ se muda; mas que, segundo o caso, se devem levantar, ou abaxar as extremidades da luneta, por meio do caxilho, que o sustenta.

109 Naõ ha no interior do tubo da luneta mais

que

que hum vidro objectivo de 4 pés e meio, e hum ocular de duas pollegadas. Est. 3. fig. 1.

110 Tal he a construcçaõ deste livel, que mandei fazer, á imitaçaõ do de M. Picard; mas com muitas mudanças, como he facil de se ver, comparando-se hum com outro, o que accrescentei, e o que diminui, fazendo isto taõ sómente para ficar mais cómmodo na practica, e por consequencia mais exacto nas operações, digo, as mesmas propriedades, e as mesmas demonstrações.

111 Os lados oppostos da cruz de M. Picard, naõ saõ iguaes, o que desce he mais comprido que os outros; e por consequencia a lamina se acha em baxo, o que requer maior trabalho, quando se procura examinar, e aproximar o cabello do perpendiculo sobre a lamina. Em que o meu livel differe do de M. Picard.

112 O cavallete, em que se apoia a cruz de M. Picard, he de tres pés, como a d'hum pintor, em que eu noto hum inconveniente, e vem a ser, que quando vejo de hum lado, e volto o meu instrumento, para ver do outro, acho-me, senaõ embaraçado, pelo menos assaz incommodado, quando quero examinar o fio da perpendicular do lado, em que se acha o terceiro pé, ainda que o possa pôr hum pouco de lado.

113 Quando se procura levantar, ou abaxar a mira, M. Picard naõ me diz o modo, porque eu o devo fazer, se naõ for levantando a maõ sobre al-

guma parte da cruz, para a mover sobre os tornos, que a sustem, até ver se o fio do perpendiculo corresponde perfeitamente com o ponto. Este modo de manejar, que todavia presumo ser o mesmo, de que se servia M. Picard, traz comsigo muitos embaraços, e tanto, que esta manobra se naõ póde executar, senaõ por pequenas successões, e que a mais pequena cousa he capaz de desordenar todas as medidas, que se teria podido tomar antecedentemente; e assim, se M. Picard se sahio muito bem nos seus livelamentos, julgo que foi com muito trabalho, e com muito tempo; pois que elle naõ adverte ter procurado alguma facilidade.

114 A luneta de livel de M. Picard, he de tres pés, e este aqui he de quatro pés e meio. Seu cabello de perpendiculo he de quatro pés, neste meu de quatro e meio. Finalmente M. Picard avança, que elle póde corresponder a 2 pollegadas por 500 varas, e o meu corresponde a huma, e com huma certeza tanto maior, que todos os dias posso verificar cada alcance de livel, que faço.

Modo de se servir deste livel.

115 AO depois de haver marcado o lugar, em que se deve pôr, em razaõ dos termos, que se querem livelar, se põe o cavallete, que se mette bem, fazendo entrar as pontas de ferro, que estaõ em cada pé, o mais que puder ser, pela terra dentro. Passaõ-se ao depois disto as pontas pequenas de ferro nos buracos das cintas, como se disse no N. 105, e depois de ter bem justo o fio do perpendiculo, se pousa brandamente a cruz sobre as pequenas pontas, que a devem sustentar, e se lhe ajunta a barra T X, por meio d'hum gonzo, ou engonço de cavilha (boulon) na ponta V da Cruz. Na extremidade desta barra se põe, e figura hum peso de ferro X, para que por este peso naõ seja a barra, a que obedeça á cruz, mas seja a cruz, a que obedeça á barra, por ser ella, a que deve dirigir a operaçaõ. Como se deve servir deste livel.

116 Se a luneta naõ tiver ainda sido posta, entaõ se põe, se abre, e se mette o cabello, que esiá no foco dos vidros sobre a linha horizontal, dando volta ao pequeno tubo C F, que o conduz.

117 Deve-se suppôr, que o que faz o trabalho deve observar, enviando para isto, em cada termo da sua livelaçaõ, hum ajudante, que seja homem intelligente, para lhe apresentar huma vara B C, que Dos Ajudantes, que devem pôr as estacas, ou varas. Est. 3. fig. 7.

que tenha perto de 10 pés de altura, e que a deve conservar sempre bem perpendicular, e direita sobre o termo.

118 A he huma prancheta de madeira leve, que justamente se deve mover d'alto a baxo, e debaxo para o alto, ao longo da vara, á qual se une por huma coberta de ferro I, que está por detraz. Esta coberta he furada em rosca, para receber huma chave F, feita em parafuso, que deve apertar fortemente a prancheta com a vara, de sorte que se naõ possa desordenar, quando se fizer o sinal de parar.

Est. 3. fig. 6.

119 Cada vara, como a fig. 7. faz ver, se divide em pés, pollegadas, linhas, e a prancheta, que he d'hum pé quadrado, tambem se divide horizontalmente em duas partes iguaes, das quaes huma será totalmente negra, e a outra branca. A parte posterior desta prancheta tambem deve ser totalmente negra.

Est. 3. fig. 7.

120 Faz-se necessario, para commodidade do que sustenta a vara, que a segure na sua prancheta hum bastaõ D E de quasi tres pés de comprimento, que desça pelo longo da vara; de modo que ambos só façaõ hum punho, para que se possa facilmente levantar, ou abaxar a sua prancheta de huma a outra extremidade da sua vara.

121 Se naõ bastar a vara de 10 pés, lhe poderá fazer correr outra ao longo da primeira.

122 E assim que tudo estiver bem disposto, e

que

que observa entaõ, tem de considerar tres cousas em a tirada, ou alcance do livel.

Tres cousas que se devem considerar nas tiradas do livel.

123 A 1. olhar directamente ao termo.

124 A 2. que o fio do perpendiculo, ou prumo, bata de tal sorte na lamina, que a toque mui superficialmente.

125 A 3. levantar, ou abaxar a mira, quanto for necessario, até ver, se o cabello do perpendiculo bate com huma ultima exacçaõ no ponto da lamina, que se tiver escolhido.

126 Para se realizar o 1. objecto, naõ ha cousa mais facil, pois se empurra com o dedo huma das pontas, sobre que se apoia, ou carrega a cruz.

127 O 2. objecto requer mais algum trabalho: precisa adiantar, e recuar a barra, que se deve pôr sobre huma prancheta Z, assentada em terra o mais horizontal, que se poder; e esta prancheta deve estar coberta de algum panno, para que lhe naõ resvalle a barra de cima com facilidade. Esta barra bem manobrada, dirigindo-lhe a inclinaçaõ da cruz, dirigirá tambem o fio do perpendiculo, para lhe fazer assombrar levemente, ou de passagem a lamina, sem a raspar, ou tocar muito.

Est. 3. fig. 1.

128 O 3. objecto se enche facilmente, levantando, ou abaxando hum dos lados da cruz, por meio da chave Q, que sustem huma das pequenas pontas, sobre que se apoia a cruz; o que faz altear, e abaxar a mira, o que se julgar necessario.

129 Logo que se realizarem estes tres objectos per-

perfeitamente, se olha pela luneta, e ou pela voz, ou por sinaes se faz alçar, ou descer a prancheta, ou que huma, ou outra das suas extremidades horizontaes esteja no encontro do fio, que serve então de pinnulas, e, vendo-se que tudo corresponde perfeitamente, se faz sinal ao Ajudante de apertar a chave, e de parar a prancheta neste ponto, que será o da vista, ou alcance.

Est. 3. fig. 1.

Operação feita pelo 1. modo, como se deve fazer do 2.

130 Fazendo-se esta operação para 1. termo, será preciso fazer a mesma cousa para o segundo, deixando o cavallete na mesma situação.

131 Começar-se-ha por despegar a barra T X, tirando a cavilha do gonzo V, e se porá contra o cavallete. Precisa-se ao depois tomar a cruz por baxo das quartellas, levantalla, e fazer-lhe huma meia volta entre suas máos, para a repousar perto sobre as mesmas pontas, sobre que se tiver levantado. E depois de lhe haver posto a barra, como estava antes, o resto da operação se fará como no 1. termo. E por este mesmo modo, sempre que for obrigado a atarrachar, e desatarrachar a cruz, para se verificar qualquer tirada, ou alcance do livel, ácerca do qual fallaremos adiante.

Não se precisa mais de huma hora para huma liveiação de 250 varas.

132 Tendo-me sido o terreno favoravel, e não tendo sido incommodado pelo vento, não tenho gasto mais d'huma hora em livelar dous termos de 250 varas de distancia.

Des-

Descripçaõ d'hum segundo livel tambem de nova construcçaõ.

133 ESte segundo livel tem as mesmas propriedades, e se funda nos mesmos principios que o precedente. Sómente se pretendem algumas mudanças, que obriguei a fazer para que fosse maior a sua commodidade na práctica, como se verá pela descripçaõ.

134 Ainda que me tenha servido com bom successo do livel, de que acabo de dar a descripçaõ circumstanciada, como tambem do cavallete, em que se apoia, ou monta, e do modo de se trabalhar com elle; conheci que elle era incómmodo, pois obrigava a levantar de cada vez a cruz de cima do seu pé, para a voltar já d'hum, já d'outro lado, e tambem de dirigir, apalpando, ou tactejando esta barra, que determina a inclinaçaõ da cruz, e julguei que, para se remediarem estes inconvenientes, e chegar-se á perfeiçaõ, quanto fosse possivel neste modo, eu devia fazella de sorte, que fizesse voltar toda a maquina sobre seu centro, para poder dirigir a linha visual do lado, que se quer, sem que se haja de diminuir nada na disposiçaõ. Por este motivo quero, que, em lugar d'hum cavallete, haja huma especie de lanterna, cujo uso seja façil, da qual dou agora a descripçaõ.

Razões, que me obrigáraõ a fazer este segundo livel: mudanças que nelle fiz.

Descripçaõ do segundo livel de lanterna, que deve ter diametralmente a cruz de ferro

135 Esta lanterna se comporá de duas taboletas redondas A, B, de boa madeira, cada huma de dous pés de diametro, e tres quartos de pollegada de grossura, penetrada de quatro furos, ou buracos, a saber, hum no centro, e os tres em igual distancia para a circumferencia, como a figura o mostra.

Est. 4. fig. 1.

136 Estes tres buracos seraõ para receber tres montantes de madeira C, como pequenas columnas de quasi 4 pés e meio d'altura; observando, que o seu diametro seja hum terço menor no alto que em baxo, digo, que em baxo seja de duas pollegadas, e no alto de dezeseis linhas, como o mostra a figura.

Est. 4. fig. 2.

137 Cada hum destes montantes he feito em parafuso, no fim grosso B, para poder ser recebido nos buracos da primeira taboleta, que seraõ em rosca, para que ahi hajaõ de ficar postos, e fortemente agarrados, para que ao depois recebaõ a segunda taboleta, fazendo passar cada hum destes tres montantes pelos tres buracos, de sorte que venha a repousar em altura de dous pés acima da primeira taboleta. Ao mesmo tempo se lhe passaõ por baxo tres virolas F de madeira furadas em rosca, que asseguraráõ, e apertaráõ fortemente a segunda taboleta, de sorte que naõ fique sujeita a balancear-se.

Fig. 3.

138 Finalmente no alto de cada montante se applicaráõ tres fixas de ferro X, feitas em parafu-

Fig. 2. e 1.

so,

so, que receberáõ hum círculo de madeira do mesmo diametro das taboletas, das quaes a cinta será de duas pollegadas de largura, e nove linhas de grossura.

139 Apertar-se-ha este círculo fortemente por tres virolas de ferro, furadas em rosca, para se lhes passarem as tres fixas, de sorte que o todo seja como huma lanterna sólida, que pousará sobre huma especie de candieiro triangular, cujos lados teraõ dous pés e meio de comprimento, e duas pollegadas de grossura.

Do candieiro triangular, em que se põe, e volta a lanterna.

140 Do centro deste candieiro triangular se levantará huma barra de ferro redonda D de 8 linhas de diametro, e quasi dous pés d'altura, que, tendo passado pelos buracos do centro das taboletas, lhes servirá de eixo, sobre que se poderáõ volver, e revolver de qualquer lado que se quizer, observando que o dito candieiro se ponha no terreno o mais horisontal que se puder, e que èsteja seguro pelas tres pontas de ferro, cravadas nos seus tres angulos E, como se mostra pela figura.

141 Mas para que a 1. taboa, que lhe servirá como de base, naõ fique sujeita a hum roçamento de toda a sua superficie, será bom que se lhe haja de applicar hum círculo todo em roda, que sobresaia quasi tres quartos, ou ametade de pollegada, para que só a circumferencia se sujeite ao roçamento, e que para isto deva ser bem igual, e polida.

142 Tal he o feitio, ou construcçaõ desta lanterna, cujo uso tambem he mais facil que o do cavallete; porque se póde pôr, e tirar as vezes, que se quizer, para commodidade dos transportes.

143 Tambem se vê pelo plano, e pela descripçaõ desta maquina, que ella he assaz sólida para receber diametralmente a cruz, que se pozer de cima, quasi, com pouca differença, do mesmo modo que sobre o cavallete, digo, das pontas de ferro I, passadas horisontalmente pelos buracos das cintas H tambem de ferro, que estaraõ seguras na cinta do círculo, e se levantaráõ a huma certa altura. Estará segura na mesma cinta huma chave com huma virola G como no cavallete, que servirá do mesmo modo para levantar, ou abaxar a mira.

Est. 4. fig. 1.

144 Além disto, a barra T X, de que fallei na descripçaõ do livel precedente, o dever cahir até á terra, para dirigir a inclinaçaõ da cruz, naõ virá mais que até á cinta de círculo em M, onde será dirigida pela virola L, que do mesmo modo que a chave servirá de adiantar para avançar, ou recuar, e por este meio sevirá para determinar muito mais facilmente a inclinaçaõ da cruz, relativamente ao fio do perpendiculo. Digo, muito mais facilmente; porque esta barra, estando por diante, devendo estar por detraz, fará que ao mesmo tempo, que o olho observar, possa a maõ trabalhar, e dirigir.

Est. 3. fig. 1.

Est. 4. fig. 1.

Est. 4. fig. 2.

145

145 Em quanto á cruz, e ao fio do perpendiculo, poderiaõ elles ficar muito bem no mesmo estado, como disse na descripçaõ precedente.

146 Todavia, quando quizer fazer hum segundo livel, lhe farei ainda as seguintes mudanças. Das mudanças, que se devem fazer do 1. ao 2. livel.

147 Diminuirei as aberturas, que se achaõ em a cruz de ferro, junto ás duas laminas, que eu as seguraria junto á extremidade da cruz O, de sorte que o peso do perpendiculo P, que primeiramente estava recebido em huma das aberturas, cahirá hum pouco mais abaxo, que o defeito da cruz, e será recebido na pequena lanterna M, como se disse. Est. 3. fig. 1. Est. 4. fig. 1.

148 2. A cinta da cruz de alto a baxo, em lugar de ser chata, e unida será redonda e concava do mesmo modo, que a tampa, que deve servir de a cobrir, e esta tampa se lhe deve ajuntar propriamente por dous gonzos V, de modo que será livre o abrilla, e fechalla, como se quizer, para se lhe ajustar o fio do perpendiculo.

149 3. Eu faria os braços da cruz, que conduzem a luneta unicamente, de hum pé, duas pollegadas de comprimento de cada lado, como na figura primeira QR, observando o fazer-lhe os caxilhos fortes, e capazes de resistencia.

150 O corpo da luneta, que he de tres peças no primeiro, será neste agora de quatro, digo, d'hum tubo cylindrico de quasi dous pés, quatro pollegadas de comprimento, que passará pelos ca-

xi-

xilhos, sem os exceder, senaõ quanto for preciso para receber outros dous tubos R S de quasi 13, ou 14 pollegadas, que pela força do parafuso se apertaráõ mutuamente huns com os outros, para que todos façaõ sómente hum corpo de luneta, ao qual se accrescentará hum pequeno tubo Y, que conduzirá o vidro ocular, e que, como na descripçaõ precedente, será mettido, ou tirado, conforme o exigir a capacidade da vista, de quem observar.

151 5. Para bem examinar o cabello do perpendiculo, naõ haverá na pequena lanterna N mais que hum pequeno buraco, para que naõ seja permittido ao olho de ver o cabello em todos os sentidos, e neste pequeno buraco se encaxará hum vidro convexo, que servirá de microscopio para engrossar, quanto se quizer, o cabello do perpendiculo, e o ponto; o que he de huma summa importancia, para os ver claramente, e tambem para a grande exactidaõ, que requer este trabalho.

Da

Da verificaçaõ do livel.

152 EU distingo duas sortes de verificações, huma do livel, e a do livelamento.

153 A verificaçaõ do livel, ou, propriamente fallando, a rectificaçaõ se faz, para saber quanto hum instrumento levanta, ou abaxa a mira, para que se possa trabalhar em consequencia, ou ainda para o corrigir, fazendo-lhe marcar o livel apparente. Distincçaõ da verificaçaõ, que se deve fazer do livel ou do livelamento.

154 A verificaçaõ da livelaçaõ he para se certificar se as tiradas, ou alcance do livel foraõ justas, e por consequencia, se se póde fazer algum fundo sobre o livelamento.

155 Quando M. Picard avançou, que a verificaçaõ do livel pelo inverso era a mais independente, na verdade elle tinha razaõ, mas com tudo naõ vejo, como elle a poderia executar com o seu livel, pois que, naõ havendo nelle mais, que por hum lado as quartellas para o apoiar sobre os tornos, me parece naõ só impossivel, mas summamente embaraçoso entrevello, pollo na mesma altura, segurar com a sua cera exactamente o fio do perpendiculo, manejar a barra que dirige a inclinaçaõ, mover a cruz sobre os tornos sem as quartellas, &c. Eu julgo que nunca o pôz por obra. Mas com os liveis precedentes posso fazello sem difficuldade; porque os lados, e as quartellas oppostas saõ perfeitamente iguaes. Que M. Picard com muita difficuldade póde verificar o seu livel pelas inversões.

Re-

Rectificaçaõ do livel por inversaõ.

Rectificaçaõ do livel, invertendo-o.

156 PAra rectificar os liveis acima propostos, pelo inverso, chamarei simplesmente centro o ponto A, donde pende o fio do perpendiculo, e centro da lamina, o ponto B da lamina, com a qual se tem feito corresponder o cabello; supporei tambem huma distancia de 150 varas, como C D.

Eſt. 4. fig. 4.

157 Tendo posto o livel em C, a altura do olho será E, vendo-se de E em F, fazendo-se marcar exactamente o ponto de vista F, e observando-se com grande attençaõ, que no momento que se vê o cabello do perpendiculo, que pende do centro, corresponde perfeitamente com o ponto B.

158 Ao depois disto, se tirará o fio do perpendiculo, e tendo voltado o instrumento, se prenderá de novo ao mesmo bico o lataõ, que será levado d'huma extremidade da cruz a outra, e passado do mesmo modo por cima da lamina, como se disse no N. 104, se fará, de sorte, que passe exactamente pelo ponto da lamina B, que entaõ será olhado, como centro simplesmente, e tendo repousado a cruz sobre as mesmas pontas, como antes estava, se observará, olhando pela segunda vez o mesmo objecto, que o cabello do perpendiculo corresponde perfeitamente com o centro A da nova

va lamina, e se nesta posiçaõ o ponto de vista F se encontra no encruzamento dos fios, he hum sinal evidente, que o instrumento está rectificado, e que marca o livel apparente.

159 Mas se o instrumento levanta, ou abaxa a mira, como se propõe no exemplo levantar 6 pollegadas por cimá do livel apparente por 150 varas, entaõ voltando o instrumento do mesmo modo, que no exemplo precedente, e observando que os dous centros estejaõ sempre a plumo, digo, que o fio do perpendiculo passe sempre pelo primeiro, e bata exactamente no segundo; entaõ digo, o instrumento abaxará necessariamente esta segunda vez o que tinha levantado na primeira, isto he, que se elle levantou de F em G 6 pollegadas, abaxará pela inversaõ de F em H 6 pollegadas tambem; assim a distancia GH será de 12 pollegadas. Partindo-se esta distancia em duas partes iguaes, como aqui no ponto F, e que levantando o fim da luneta por meio dos caxilhos, se lhe faz corresponder o encruzamento do fio, deixando bater o cabello do perpendiculo, sempre exacto no mesmo centro da lamina, o instrumento ficará rectificado, e marcará o livel apparente.

Fig. 5. Caso, em que o livel levante, ou abaxe a mira.

160 Poder-se-ha tambem rectificar, mudando hum dos dous centros, porque se na mesma posiçaõ, em que a mira tiver abaxado 12 pollegadas acima do primeiro ponto de vista, se levantaõ as mesmas 12 pollegadas, de modo que o encru-

Est. 4. fig. 5. Modo de mudar o centro das laminas.

zamento dos fios corresponda exactamente com o primeiro ponto de vista; entaõ o fio do perpendiculo naõ baterá mais sobre o mesmo centro da lamina; mas para a fazer bater, se fará outro centro, como do ponto *a*, o que será facil, voltando o ponto do lataõ, que tem o fio, até se ver que o cabello bate exactamente no centro B da lamina. E como entaõ se procura marcar hum novo centro, para este fim he preciso tomar a metade da distancia entre o centro A, que se tiver deixado, e o *a* ao lado, marcando no meio exactamente hum ponto *d*. Este ponto será entaõ o centro da nova lamina, de tal sorte que, revirando-se o instrumento pela terceira vez, e fazendo-se tomar sempre o fio do seu primeiro centro, fazendo-o corresponder perfeitamente com o novo centro D, a linha de livelamento marcará o livel apparente, e o instrumento ficará rectificado; poder-se-hia do mesmo modo mudar o primeiro centro em lugar de mudar o da lamina. Mas este modo de rectificar he mais proprio para a theoria, que para a práctica; por ser mui difficil fazer todas estas divisões com a grande exactidaõ, que ellas requerem.

161 Além deste modo de rectificar hum instrumento pelo seu inverso, ainda daremos dous mais, que saõ os seguintes.

Se-

Segundo modo de se rectificar hum instrumento.

162 SUpponha-se ter tomado á borda de hum tanque, ou agua clara, que tenha algum movimento, huma distancia de 150 varas, e que em cada termo se faz enterrar as estacas A, B á flôr da agua; ponha-se o instrumento em A de modo, que a altura do olho esteja em C, quatro pés e meio acima da cabeça da estaca; levante-se sobre a outra estaca B huma vara, na qual se tenha posto hum sinal tambem de 4 pés e meio como D; e se depois disto, olhando d'hum termo ao outro, o raio de vista se encontrar com a marca D, isto será hum sinal, de que o instrumento marcará o verdadeiro livel para esta distancia. Mas se este mesmo raio de vista der huma pollegada acima, como em E, seria hum sinal, que o instrumento deve ser rectificado, para marcar o livel apparente. Se o raio de vista dá, por exemplo em F, 6 pollegadas acima de D, seria preciso entaõ abaxar a mira 5 pollegadas, para fazer marcar o livel apparente. Finalmente, se o raio de vista marcar 6 pollegadas abaxo em G, seria preciso levantar a mira 7 pollegadas, digo, 6 pelas 6 que marcaria mais em baxo, que o verdadeiro livel, e huma pollegada, para lhe fazer marcar o livel apparente, pois que a elevaçaõ, ou altura do livel para 150 varas, he d'huma pollegada.

Est. 4. fig. 6. Modo de rectificar hum instrumento sobre as bordas de hum tanque, ou de qualquer agua parada.

Est. 4. fig. 6.

Terceiro modo de verificar hum instrumento.

163 ESte terceiro modo naõ differe do precedente, senaõ em que em hum, os dous pontos de livel, que devem servir para a rectificaçaõ do instrumento, se achaõ naturalmente marcados na superficie da agua, sobre que se teria levantado quatro pés e meio em cada termo; no outro porém se trabalharia em procurar primeiramente dous pontos de livel, como se verá na explicaçaõ seguinte. Supponha-se por este terceiro methodo de rectificar hum instrumento, do mesmo modo que nos dous primeiros, huma distancia de 150 varas. E tendo posto o instrumento em A no meio, e em igual distancia dos dous termos B C, faça-se primeiramente o livelamento, como se disse no Capitulo primeiro, sem rectificaçaõ de livel, e se marcará exactamente sobre as duas varas de hum, e outro lado os dous pontos que tiverem achado de livel, como D, e L. Depois disto transportando o instrumento em C, se porá, quanto mais se puder, o ponto de vista no ponto L, onde bem se haja de marcar com exactidaõ quanto se achar acima, ou em baxo. Se o ponto de vista for levado a L, e que, olhando do outro lado, ao ponto D se encontre no encruzamento dos fios, isto será huma prova, que o instrumento marcará o verdadeiro livel para esta distancia; e entaõ para lhe fazer marcar

Est. 4. fig. 7.

o livel apparente, será mister levantar a ponta da luneta, por meio dos caxilhos, até que o ponto de vista esteja huma pollegada acima, que será a altura requerida para que o instrumento seja rectificado, e marque o livel apparente.

164 Mas se o ponto de vista estiver mais alto, como por exemplo, 14 pollegadas em G, seria signal de que o instrumento altearia 12 pollegadas; e por consequencia seria preciso abaxar 13 pollegadas para marcar o livel apparente.

165 Se a linha da vista em lugar de marcar acima do ponto D, houver de marcar em baxo a distancia tambem de 14 pollegadas em H, isto será hum signal de que o instrumento abaxaria 15 pollegadas abaxo do livel apparente; e por consequencia para o rectificar, será preciso levantallo estas quinze pollegadas, ou, o que he o mesmo, huma pollegada acima de D.

166 Se em razaõ do terreno, o instrumento naõ puder ser trazido em L, mas sómente em I acima, ou em K abaxo, entaõ será mister marcar igualmente acima, e em baxo de D, como em E, e em F; as linhas tiradas d'hum ponto ao outro seraõ parallelas, e por este meio, as mesmas observações se faraõ do mesmo modo, que se elle fosse levado em L.

167 Estes dous ultimos modos de se rectificar hum instrumento saõ, a meu ver, os melhores, e os mais cómmodos de todos.

168

163 Mas, acontecendo, que os dous termos naõ possaõ ser de livel, será preciso entaõ livelar reciprocamente d'hum a outro termo, e ver, quanto a somma dos dous pontos de vista seria maior, que a das alturas do olho; por exemplo, se para huma distancia de 150 varas, a somma dos dous pontos de vista acima dos termos, naõ excedia as alturas do olho, senaõ duas pollegadas, isto provaria, que o livel tinha marcado o livel apparente. Se excedesse 6 pollegadas, entaõ deixando duas pollegadas para a altura, e tomando a ametade do resto, seraõ duas pollegadas, que a mira levantaria acima do livel apparente. Finalmente, se a somma dos pontos de vista fosse 6 pollegadas menos, que a das alturas do olho, seria preciso tomar a ametade destas seis pollegadas, que he tres, e ajuntar-lhe duas pollegadas para a altura, o que faria cinco pollegadas, que a mira marcaria mais abaxo, que o livel apparente. E deste modo se conhece, quanto hum instrumento levanta, ou abaxa a mira, e se procurará taõ sómente levantar, ou abaxar tanto, antes de deixar a estaçaõ.

Caso, em que dous termos naõ podem estar ao livel.

Da

Da verificaçaõ do livelamento.

169 ESta verificaçaõ depende em parte da certeza, que se póde ter da exactidaõ do seu livel, e do modo de o manobrar. Mas como esta materia he taõ abstracta, que, quando ainda se estivesse certo por demonstrações as mais convincentes, que o livelamento he bom, tendo-se tomado todas as precauções convenientes, sempre deixa algum desasocego no espirito do que trabalha, sobre tudo, quando ha huma distancia consideravel entre os dous termos externos do seu livelamento. Consequências desta verificaçaõ.

170 Alguns Engenheiros, para terem a certeza da bondade da operaçaõ, a tornaõ a começar muitas vezes. Mas naõ acho esta verificaçaõ muito segura; porque se encontra differença todas as vezes que se torna a começar, por se naõ poder saber em qual dellas, se na 1.ª, se na 2.ª, ou 3.ª se commetteo a falta, a naõ ser, para se tomar a que se chega mais; e neste caso sempre esta obra ficava sem certeza, e sem fim. O modo de verificar hum livelamento, tornando a começar, he defeituoso.

171 Em quanto a mim, na grande livelaçaõ, que fiz dos Rios de Havel, e de Spreé, de todos os tiros, ou alcances do livel, que dei, os verifiquei no mesmo momento, e sem mudar de posiçaõ, por hum modo muito facil, que he o seguinte.

172 Supponhaõ-se dous termos B C, em distancia de 250 varas; o instrumento em A, em igual distan- Est. 4. fig. 3.

tancia dos termos. Vendo o primeiro, fiz marcar o ponto de vista D; depois virando o instrumento, fiz marcar no segundo termo o 2. ponto de vista E: estes dous saõ de livel, como se demonstrou. Mas, para me certificar, se o livel estava desordenado, o virei 3. vez, para ver para traz o 1. termo. E se o instrumento naõ foi desarranjado, o 1. ponto de vista já marcado D, se deve encontrar no encruzamento dos fios.

Modo de verificar, mudãdo de ponto a lamina.

173 Em fim, para huma verificaçaõ ainda muito mais convincente, deixando o instrumento na mesma posiçaõ, sem o voltar, ou virar, levanto a mira, até que o cabello do perpendiculo haja de bater exactamente sobre outro ponto da lamina ao lado do centro, o que fará que o ponto de vista no termo B se haja de achar, por exemplo, em F, outo pollegadas mais alto, que o 1. ponto D. Em fim, virando o instrumento quarta vez, e olhando o 2. termo, o ponto de vista G, deve achar-se tanto acima do 1. ponto E, quanto F está acima de D, digo, que de cada lado terá 8 pollegadas de differença. E se isto se naõ encontrar exacto, será mister entaõ tornar a dar outro tiro de livel, até naõ se ter dúvida alguma da sua exactidaõ. Precisa-se ajuntar tambem, que he d'huma extrema importancia, o marcar exactamente as alturas, pois que o erro d'huma só cifra seria capaz de desordenar toda a serie d'hum grande livelamento, como se verá no Capitulo seguinte.

Este modo de verificar fazega o espirito, cujo socego he necessario nesta sorte de obras.

CA-

CAPITULO III.

Da practica do livelamento.

173 SUpponha-se para a practica da livelaçaõ, que quem for encarregado, deve estar apparelhado de tudo quanto for necessario, a saber, de hum bom livel, de tres varas de dez pés cada huma de comprimento, e exactamente dividida em pés, pollegadas, e linhas, de huma cadeia de dez varas para medir as distancias; de instrumentos ordinarios, como bussolas, astrolabio, pranchetas, &c. para levantar a situaçaõ do terreno, por onde se deve fazer o livelamento, para que se haja de caminhar o mais directamente, que se puder, do 1. ao ultimo termo do livelamento; de dous ajudantes, e em fim, de tudo, quanto póde contribuir para a exactidaõ do trabalho, para o qual toda a precauçaõ he pouca. Distinguimos duas sortes de livelamentos, a saber, hum simples, e outro composto.

Instrumentos, de que se devem munir para a livelaçaõ.

Do livelamento simples.

175 CHama-se livelamento simples, quando se livelaõ dous termos d'huma só estaçaõ, ou ella esteja entre dous termos, ou ella seja a respeito de hum dos dous.

Est. 5. fig. 1. 176 Dissemos no Capitulo I. os differentes methodos para se marcarem dous pontos do livel; presentemente procura-se explicar o modo de comparar com os ditos pontos de livel os outros pontos, que marcaõ os termos do livelamento, para se conhecer a sua altura reciproca: por exemplo A, B saõ os dous termos do livelamento; C, D, saõ os dous pontos do livel; mede-se a distancia de A a C, e se ella for de 6 pés, se notará nas taboletas, ou em hum livro feito de proposito para este effeito.

	Pés.	Poll.	Lin.
	6	- 0	- 0
Se depois se medir a distancia B, D e esta for de 9 pés, se escreva	9	- 0	- 0
Diminua-se 6 de 9, será o residuo	3	- 0	- 0

Logo B 2. termo he mais baxo que A 1. termo.

Est. 5. fig. 2. 177 No 1. exemplo os termos do livelamento estaõ abaxo da linha, e dos pontos de livel, como de ordinario acontece. Mas se acontecer, que se achem acima, como neste exemplo, onde A, e B saõ os termos do livelamento, e C, e D saõ os pontos de livel, entaõ, medindo-se a distancia A, C, e vendo-se ser de 6 pés, e a distancia B, D, de 9 pés

pés se escreverá 6 - 0 - 0, e por baxo 9 - 0 - 0. Depois, fazendo-se a diminuiçaõ, 6 de 9, 6 - 0 - 0
sobejaráõ 3 pés, com que B, 2. termo 9 - 0 - 0
será mais levantado que A, 1. termo. 3 - 0 - 0

178 Por onde se póde ver, que, quando os termos do livelamento estaõ acima da linha de livel, os que estaõ mais perto, saõ tambem os que estaõ mais aproximados ao centro da terra, e por consequencia os mais baxos; e pelo contrario, quando os termos do livelamento estaõ por baxo da linha de livel, os que mais se lhe aproximaõ, saõ os mais apartados do centro da terra, e por consequencia os mais altos.

179 Em fim, se hum dos termos se encontrar acima da linha do livel, e o outro por baxo, como neste exemplo, onde B está 3 pés acima, e A 9 pés abaxo, entaõ em lugar de se diminuir, he necessario addicionar as duas sommas juntamente; e achar-se-haõ 12 pés, com que A, 1. termo estará mais baxo, que B, 2. termo. Fig. 3.

180 Este modo de marcar, e de calcular se pratica igualmente pela livelaçaõ composta, e pela simples; attendendo-se todavia a que a livelaçaõ composta se precisa fazer com maior ordem, e maior exactidaõ, que for possivel, porque o menor defeito algumas vezes será capaz de arruinar tudo, sem talvez se poder emendar, menos que se torne a começar todo o trabalho.

Do livelamento composto.

Est. 1. plano e fig. 4.

181 O Livelamento composto, propriamente fallando, nada mais he que hum ajuntamento de muitos livelamentos simples, relativos huns aos outros. Mas para os expôr com precisaõ e clareza, se proporá fazer hum livelamento, e pelos termos externos desse livelamento, os dous pontos A, N, tomados de dous rios de Zoma, e de Belam, dos quaes se quereria conhecer a altura reciproca, por qualquer razaõ que pudesse ser.

Do que deve preceder a hum livelameto.

182 Para isto quem for encarregado da operaçaõ, haja de escolher hum tempo bonançoso, em que as aguas naõ estejaõ expostas a grandes mudanças, para fazer fincar ao mesmo tempo em hum, e outro termo duas estacas á flôr da agua, as quaes fincadas huma vez, nunca mais se devem mudar, sem embargo de qualquer pretexto, que de qualquer das partes possa haver relativamente ao augmento, ou diminuiçaõ das aguas; porque entaõ naõ se procura mais, que conhecer quanto a cabeça, ou extremidade superior de qualquer das estacas se acha mais alta, ou levantada, que a da outra estaca, o que determinará a altura reciproca dos dous rios tomados nos termos marcados.

Exame do terreno.

183 Ao depois disto, convem examinar o terreno entre os dous rios, e fazer nelle hum plano exacto, que lhe servirá de regra para o caminho, e conducta, que deve ter no seu livelamento.

184

184 Por tanto, tendo marcado, que o caminho mais breve para ir de A a N he pela linha de pontinhos A C H N, e em consequencia distribuirá o seu terreno, para determinar a quantidade de estancias, que deve fazer, para caminhar de A a N, como aqui 12, humas mais extensas que outras, segundo a exigencia dos casos, e do terreno.

185 Fará fincar em cada termo, como A, B, C, D, E, F, &c. estacas de pé e meio de comprido, se o terreno for firme, e de 2 pés e meio, se for movediço, ou arenoso, as quaes estacas naõ sahiráõ fóra da terra, senaõ duas, ou tres pollegadas, para que naõ possaõ ser arrancadas facilmente, e que se achem sempre no caso de qualquer accidente, que possa sobrevir na continuaçaõ do livelamento. Como se deve marcar com estacas.

186 Marcará tambem com estacas fincadas a hum pé da terra os lugares, em que devem estar as estancias, como em 1, 2, 3, 4, 5, &c., e tendo dividido huma folha do seu livro em cinco columnas, começará entaõ a livelar.

187 A sua 1. estancia será 1 em igual distancia de A, B, e porá nella o seu instrumento. A distancia d'hum termo a outro, sendo de 166 varas, a linha de livelamento será por consequencia de cada lado de 83 varas.

188 Escreverá, em virtude disto na 1. columna do seu livro, o 1. termo A, na 2. a quantidade de pés, de pollegadas, e de linhas, das quaes o ponto de vista *a*, que he o do livel marcado pelo Est. 5. profil e fig. 5.

lo encruzamento dos fios na vara, será mais levantado que o termo A, como o de 7 - 6 - 0. Na terceira columna marcará o 2. termo B, e na quarta a quantidade de pés, pollegadas, &c. cujo ponto de vista B será mais levantado como aqui 6 - 0 - 0. Finalmente na quinta columna, a distancia d'hum termo a outro, como aqui de 166 varas.

Modo de descrever os termos, e alturas.

1. termo.	altura.	2. termo.	altura.	distancia.
A	7 - 6 - 0	B	6 - 0 - 0	166 varas.
B	4 - 6 - 0	C	5 - 6 - 2	250
C	12 - 8 - 6	D	8 - 4 - 0	240
D	0 - 0 - 0	E	4 - 1 - 0	240
E	6 - 10 - 0	F	2 - 11 - 0	250
F	7 - 0 - 4	G	4 - 8 - 0	300
G	7 - 7 - 6	H	10 - 0 - 0	250
H	4 - 6 - 4	I	8 - 10 - 0	110
I	6 - 3 - 0	K	10 - 0 - 0	130
K	6 - 4 - 3	L	5 - 8 - 0	250
L	7 - 0 - 0	M	8 - 4 - 3	250
M	6 - 5 - 0	N	7 - 10 - 0	250
	76 - 9 - 7		82 - 1 - 5	2686

82 - 2 - 5
76 - 9 - 7
5 - 4 - 6

Est. 5. Plano e fig. 4.

189 Para o segundo alcance, ou tiro do livel, transportará o seu instrumento ao ponto marcado 2 para a 2. estancia, tambem a igual distancia dos dous pon-

pontos B e C, que seraõ os dous termos do seu tiro de livel; observando que B, que era o segundo termo na 1. operaçaõ, ficará o primeiro termo nesta. Assim escreverá, como antes, na primeira columna B, em a segunda 4 - 6 - 0, na terceira o 2. termo C, na quarta 5 - 6 - 2, cujo ponto de vista *d* para o 2. termo C terá sido mais alto que o dito termo; finalmente na quinta columna 250 varas pela distancia d'hum a outro termo.

190 Para o terceiro tiro do livel, como em razaõ da singularidade do terreno, naõ lhe será possivel pôr o seu instrumento em igual distancia dos termos, deve, depois de ter marcado o lugar, que tiver achado mais cómmodo para a sua estancia, como aqui em 3, notar exactamente quanto elle está apartado de cada termo, como neste exemplo, de 3 em C, de 160 varas, de 3 em D, de 80 varas; o resto se fará como nas estancias precedentes.

191 Para o 4. tiro do livel, que deve ser dado relativamente ao 3, digo, que será preciso marcar huma distancia de 80 varas, do 1. termo até o ponto da estancia 4, e huma distancia de 160 varas do ponto da mesma estancia 4. até o 2. termo E, o que se precisa fazer com summo cuidado. Pois como neste livelamento se suppõe que o instrumento he rectificado, precisa que o erro causado no 1. tiro do livel seja compensado pela desgualdade das distancias por outro erro igual no 2. tiro, e causado pela mesma desigualdade.

Est. 5. fig. 4. Caso, em que naõ he absolutamente necessario pôr-se no meio, e em igual distácia de dous termos.

192

Razaõ do precedente.

192 Isto he verdade; porque, suppondo-se que a mira levanta duas pollegadas em 80 varas, levantará 4 pollegadas em 160: o que logo fará hum erro de 2 pollegadas, que será muito na 1. columna; se ao depois na 2. columna, no 2. tiro de livel, se achar o mesmo erro de 2 pollegadas tambem demais, seguir-se-ha que hum erro sendo substrahido do outro, ficará 0.

193 Persuadi-me a fazer esta nota, por me ter visto no caso, depois de ter feito hum bom tiro de livel a huma certa distancia, de naõ poder fazer mais a mesma cousa em outra igual distancia do outro lado, em razaõ de algumas eminencias, ou outros taes inconvenientes, que naõ saõ muitas vezes previstos, quando se começa a livelar; o que me obrigou a observar, que naõ era absolutamente necessario estar posto em igual distancia dos dous termos, logo que se pudesse fazer a compensaçaõ por hum 2. livelamento relativo ao 1.

194 Poderia eu avançar esta proposiçaõ ainda muito mais longe, mas entaõ a cousa veria a ser muito composta.

195 Para as outras outo estancias, que faltaõ, se obrará como nas primeiras quatro, observando que tudo seja exactamente notado em cada columna, como no exemplo acima N.º 188, e desde que se tiver chegado ao ultimo termo extremo N, pelo qual se deve acabar, entaõ se addicionaráõ as sommas de cada columna, como no mesmo exemplo,

ao

ao depois de que, se o producto da 1. columna se diminuir do da 2., sobejará 5 - 4 - 6, cujo termo N se achará ser mais baxo, que o termo A, que he o que se procurava conhecer por este livelamento. O mesmo acontecerá em qualquer livelamento de qualquer extensaõ, que possa ser, como este aqui.

76 - 9 - 7 - 82 - 2 - 5
82 - 2 - 5
76 - 9 - 7 Taboa
N.º 188
5 - 4 - 6

Conclusaõ deste livelamento.

Do perfil d'hum livelamento.

196 FEito o livelamento, se procura ao presente fazer-lhe o perfil. A este fim se tirará, ou no alto, ou no baxo do plano, huma linha recta, como neste exemplo a linha de pontos, o que se tomará pela linha de livel. De todos os pontos, quer das estancias, quer dos termos marcados no plano, se levantaráõ outras tantas perpendiculares sobre esta linha, das quaes humas marcaráõ as varas, ou pertegas direitas sobre cada termo, e as outras a posiçaõ do instrumento em cada estancia.

Est. 4. perfil e fig. 5. Do perfil geral de hũ livelamento.

197 Assim começando pelo 1. termo A, por onde passa a 1. perpendicular, se marcará sobre a pertega, que está levantada sobre este termo A, hum ponto *a*, na altura de 7 - 6 - 0, que he a

Modo de se traçar o perfil.

differença do ponto do livel, e do termo A. Do ponto *a* se lançará huma linha parallela á linha de pontos O do livel, que cortará a 3. perpendicular no ponto *b* sobre a 2. pertega. Deste ponto *b* se abaxará 6 pés até B, que marcará o 2. termo deste primeiro livelamento: assim se verá que o terreno no termo B será de 1 - 6 - 0 mais alto que o termo A.

198 No meio dos dous termos se porá o instrumento na altura da linha do livel, e se trace o terreno entre os dous, segundo as suas differentes alturas.

199 Depois disto se marcará sobre a mesma segunda pertega a altura do ponto do livel para a segunda estaçaõ, acima do termo B de 4 - 6 - 0, como aqui no ponto C, e deste ponto se tirará huma linha sempre parallela á linha pontuada do livel, que cortará a quinta perpendicular no ponto *d* da terceira pertega; deste ponto *d* se abaterá de 5 - 6 - 2 até o ponto C, que será o 2. termo em razaõ do precedente, e o terceiro em razaõ do primeiro. No meio, e em igual distancia dos dous termos em 2, se transferirá o instrumento á altura da linha do livel, como aqui no ponto 2, e se marcará entre os termos e a estaçaõ o terreno, segundo as suas differentes alturas, e desigualdades; e depois disto fazendo a mesma cousa d'hum termo, e d'huma estaçaõ á outra, até o ultimo termo extremo N, se terá exactamente o perfil do terre-

reno, por onde se tiver passado com o livelamento, como aqui, de toda a linha pontuada A B C D E F G H I K L M N. Est. 5. profil, e fig. 5.

200 Do mesmo modo se practicará em todos os perfis, que se houverem de tirar, seja de alturas, seja de campanhas, de canaes, de rios, de fontes, de diques, &c. desde que se tiver exactamente marcado a altura de cada termo do livelamento, e de cada estaçaõ.

Observações que se devem fazer a respeito do perfil de huma livelaçaõ.

201 Todavia deve-se advertir neste lugar a respeito dos perfis de hum livelamento, a saber, qual será o objecto que se propõe, ou o de conhecer simplesmente a altura reciproca dos dous termos extremos, como no exemplo precedente, ou o de conhecer a altura individuada do terreno entre os ditos termos; no segundo caso o methodo, que acabo de propôr, he mui geral, e só poderia ter lugar, quando houvesse de fazer parte d'hum segundo methodo, que vou propôr no mesmo exemplo.

Methodo para traçar o perfil individual d'hum livelamento.

Eſt. 5. Plano, e fig. 4. Do profil individuado de huma livelaçaõ.

202 SUppõe-se neste exemplo o livelamento feito desde A até N por outro caminho diverso do precedente, mas sobre hum terreno que teria sido reconhecido pelo mais igual, e o menos elevado acima do livel dos dous rios, a fim de lhe abrir o canal marcado O P Q R S T V X Y Z para a communicaçaõ d'hum com o outro.

Eſt. 5. Profil, e fig. 6.

203 Para isto se traçará, sem ter respeito ao plano, huma linha pontuada recta, como aqui de Z até Y, e esta linha, como no perfil precedente, marcará a linha de livel, sobre que se deve regular o resto.

204 Ao depois se abateráõ sobre esta linha de livel as perpendiculares, que marcaráõ os termos do livelamento, e a verdadeira distancia de hum ao outro.

Eſt. 5. Profil, e fig. 6.

205 Como no 2. livelamento se deve achar a mesma differença de livel entre os dous termos extremos, que no 1., digo 5 - 4 - 6 se marcará logo para começar a traçar o perfil, 5 - 4 - 6 sobre a perpendicular no ponto O, 1. termo do livellamento. Sobre o ponto O alongando a perpendicular, se levantará a primeira pertega, sobre que se marcará em *a*, como no perfil geral precedente,

te, o ponto de livel segundo a altura acima do termo O; do mesmo modo na 2., 3., e 4. pertega, e nas seguintes até o ultimo termo, como se explicou N.° 197.

206 Tambem, tendo-se traçado todas as linhas de livel de hum ao outro ponto, como se vê na figura, só se deve procurar distribuir o terreno entre cada termo, segundo as suas differentes alturas.

207 Marquei neste perfil as distancias algum tanto maiores por causa da individuaçaõ; porque o maior, ou menor comprimento nesta circumstancia nada faz, logo que eu posso ver distinctamente, com hum bom oculo, ou luneta, de hum a outro termo; e que a mesma cousa se deve de praticar tanto em hum curto termo, como em huma longa distancia.

Razaõ de marcar as distancias, alguma cousa maiores neste perfil.

208 Ver-se-ha á vista disto, que o terreno desde O até F naõ he igual; e para o fazer, como elle he, no perfil, exprimindo as suas desigualdades, segundo o seu justo valor, se começa, pondo o instrumento em hum dos termos, como, no exemplo, em P, e procurando ajustar o cabello, que está no foco dos vidros com o ponto do livel marcado *b*, ao depois vendo-se o primeiro termo O se levanta, ou abaxa a mira, até ver-se que o ponto do livel marcado acima do primeiro termo está exactamente na intersecçaõ do cabello; sem que entaõ se attenda, nem ao fio, nem ao pe-

peso do perpendiculo, e a linha de vista de hum ao outro ponto marcará a linha do livel.

Est 9 perfil e ng. 6. Est. 3. fig. 3.

209 Agora: Querendo-se marcar a altura da borda do rio acima do primeiro termo, se finca huma estaca perto da terra em *a*, e sobre esta estaca pondo-se a vara, ou pertega, se verá, por este meio, a que altura a intersecçaõ do cabello corta a vara como a 4 - 10 - 0: entaõ se trará sobre a linha do livel a distancia do primeiro termo á primeira estaca, donde se descerá huma perpendicular, sobre que se note a distancia de 4 - 10 - 0 no ponto *a*, o que determinará a altura da primeira estaca, ou, o que vem a ser o mesmo, a altura da borda do rio acima da superficie da agua, como o perfil faz ver.

210 Ao depois, se adiantando-se para o ponto *b* se finca huma segunda estaca sempre sobre a linha dos dous termos, e se põe sobre esta estaca a pertega, a intersecçaõ do cabello da luneta, que se conserva sempre na mesma situaçaõ, a cortará em tal altura, como aqui em 4 - 6 - 0, e trazendo sobre a linha de livel a distancia exacta da primeira estaca *a*, á segunda *b*, se abaxará huma perpendicular, sobre que se tomará huma distancia de 4 - 6 - 0, que se marcará no ponto *b*, que determinará a altura da estaca, e por consequencia do terreno nesta parte.

211 Para exprimir o pequeno fundo *c*, se fará fincar exactamente no meio huma terceira estaca *c*

ra-

rasa pela terra sempre na linha dos termos, como as duas primeiras, e marcando sempre, adiantando sobre a linha do livel a distancia exacta da segunda estaca *b*, á terceira *c*, se abaxará, como antes huma perpendicula, sobre a qual se marcará a altura notada sobre a pertega pela intersecçaõ, ou contacto do cabello, como aqui de 6 - 8 - o em *c*, o que determinará o fundo, como se póde ver pelo perfil.

212 Pelo que pertence ao terreno situado entre cada estaca, como a distancia ficará curta, se exprimirá, segundo a prudencia, e juizo do que trabalha, que lhe naõ custará muito sahir-se bem, logo que tenha exactamente os pontos de todas as desigualdades sensiveis entre os termos.

213 Para fazer a mesma individuaçaõ do segundo ao terceiro termo, como do segundo ao primeiro, procurar-se-ha voltar a luneta para olhar o terceiro termo : o mais he absolutamente a mesma cousa, como do segundo ao primeiro termo, e se continúa do mesmo modo de hum a outro termo até o ultimo, como o perfil o mostra com toda a clareza: por este meio se conhecerá o terreno entre os dous termos extremos do livelamento individuado com a maior exactidaõ. Naõ se querendo conservar na mesma estancia, se póde transportar a outro termo o instrumento, ou tambem arranjallo entre dous, como se vê no sexto perfil, onde elle se acha posto entre o segundo e terceiro termo, e entaõ ficará sendo absolutamente a mesma cousa. Est. 5. perfil e fig. 6.

214

Fig. 4.

214 Com semelhantes perfis he que se póde fazer huma justa estimaçaõ da terra, que se deve tirar para abrir hum canal, como o que está projectado sobre o plano para a communicaçaõ dos dous rios, ajuntando-lhe a profundeza, que se lhe quizer dar, o que requer outra individuaçaõ, da qual naõ tive tençaõ de fallar neste Tratado.

Outra livelaçaõ composta.

Livelaçaõ mui difficil de se fazer entre dous montes.

215 PRopomos na Est. 6.ª huma livelaçaõ composta para se fazer entre dous montes, e escarpados de huma altura a outra, sem que absolutamente seja possivel pôr-se em distancia igual dos termos, nem fazer huma livelaçaõ reciproca de hum termo a outro.

Para se conhecer a altura a que póde subir hum repuxo, ou jacto d'agua, Est. 6 Plano e fig. 1.

216 Tal he, para o primeiro termo extremo da livelaçaõ o ponto A, tomado na superficie de huma agua que cahe dos montes; e para o ultimo termo extremo o ponto K tomado do fundo da bacia, em que se propozesse fabricar hum repuxo. Quer-se saber, de que altura deveria ser o repuxo, trazendo-se a agua do ponto A, como o deposito ao ponto K da bacia por alcatruzes feitos, e dispostos com todas as precauções necessarias.

Deve-se rectificar o livel para huma tal livelaçaõ.

217 Isto se conhecerá pela livelaçaõ, que propomos neste exemplo; e para huma tal livelaçaõ se faz necessario que o instrumento seja perfeitamente rectificado; porque se sómente se pertendesse

se conhecer o erro, que pelo menos se deve suppôr, naõ deixaria de ter outro algum sensivel, por causa da difficuldade, que poderia haver em conhecer facilmente, entre os montes, a verdadeira distancia d'hum ponto a outro.

Caso, em que se deve servir do livel d'agua.

218 Assim, tendo-se por este modo bem rectificado o instrumento, se porá para primeira estancia no ponto D; e como do ponto A que he o primeiro termo da livelaçaõ ao ponto D, que aqui he o terceiro termo, a altura he muito grande e o terreno he muito escarpado para poder livelar com o instrumento grande, e de hum só tiro, entaõ se faz preciso; ou chegar bem de A em D por pequenas tiradas com o livel d'agua, ou tambem, no caso de se achar maior facilidade, descer de D em A, o que virá a ser o mesmo

1. termo.	altura.	2. termo.	altura.	distancia.
A	21 - 6 - 0	C	0 - 9 - 0	50 varas.
C	4 - 3 - 0	D	0 - 3 - 0	40
D	3 - 9 - 0	E	16 - 3 - 0	350
E	5 - 0 - 0	F	17 - 9 - 0	250
F	10 - 6 - 0	G	5 - 0 - 0	375
G	5 - 0 - 0	H	19 - 0 - 0	300
H	5 - 0 - 0	K	47 - 3 - 0	1000
	55 - 0 - 0		106 - 9 - 0	2450

106 - 9 - 0
55 - 0 - 0
51 - 9 - 0

Est. 6. Plan. e fig. 1.

219 Já se disse no principio do Capitulo II. N.º 53 e 54 que, servindo-se do livel de agua para as distancias curtas, se naõ poderia seguir erro sensivel. Para se proceder nesta livelaçaõ com ordem como na precedente, e em toda a outra, se escreverá na primeira columna o primeiro termo A, na segunda a altura do ponto do livel acima do termo, como aqui de 21 - 6 - 0; na terceira columna o segundo termo C; na quarta o segundo ponto do livel acima do termo C, como aqui de 0 - 9 - 0; e na quinta a distancia do primeiro ao segundo termo de 90 varas.

220 Para a segunda estancia naõ póde estar entre dous termos em razaõ da desigualdade do terreno; mas estará no segundo termo C, onde se porá o instrumento para livelar até D; e depois disto se marcará na primeira columna C por primeiro termo desta segunda livelaçaõ; na segunda, a altura da superficie da agua do livel acima do termo C de 4 - 3 - 0; na terceira, o terceiro termo D; na quarta, a altura do ponto de vista *d* acima do termo D, como aqui de 0 - 3 - 0; e na quinta a distancia do segundo ao terceiro termo como aqui 40 varas.

Deixa-se o livel de agua, e pega-se no grande livel, differença de hum, e outro.

221 Isto feito, se larga o livel d'agua, e se passa a livelar com o instrumento grande; porque entre hum, e o outro se dá esta differença. O livel grande livelará em cinco tiradas mais exactamente o terreno proposto no plano, o que se naõ po-

poderia fazer com o livel d'agua em 120, e ainda com qualquer outro instrumento, que só tivesse com as pinnulas o alcance da vista sem lunetas.

222 No exemplo, que propuz, sómente supponho duas tiradas do livel d'agua, para subir do primeiro termo A ao terceiro D; ainda que o terreno, como se póde ver no plano, requererá mais: mas eu assim o fiz, para evitar a confusaõ no plano, e nos perfis; e muito mais, porque se deve fazer a livelaçaõ de hum a outro termo; o que se deve executar por tantas estancias, quantas o terreno exigir de mais, do mesmo modo que nas duas que aqui apontei.

223 Presentemente nos serviremos do livel grande para livelar huma só estancia, fazendo pontaria do ponto D ao ponto E; e isto feito se marque na primeira columna, continuando o termo D, onde está a estancia; na segunda columna á altura do cabello que está no foco do vidro objectivo, acima do termo D, como aqui de 3 - 9 - 0; em o terceiro termo E, e no quarto 16 - 3 - 0, ainda que se ache o ponto de mira 16 - 8 - 4. Mas como para a distancia de 350 varas, que he o do termo D ao termo E o alteamento do livel apparente por cima do verdadeiro, he de 0 - 5 - 4, será logo preciso tirar, ou diminuir 0 - 5 - 4 de 16 - 8 - 4, e restará 16 - 3 - 0 para a altura do ponto do livel acima do termo E, que se escre-

Est. 6. Plan. e fig. 2.

Correcçaõ do livel apparente.

verá na quarta columna, e na quinta 350 varas para a distancia do termo D ao termo E.

Precisa-se cuidar muito em trasportar o livel c5 huma muita grande cautela para que se naõ desordene.

224 Isto feito, se transporte o instrumento ao termo E, com tanto que se esteja certo de naõ ter havido alguma mudança ou desordem no transporte; porque, desconfiando-se de ter havido alguma, se faz preciso, sem hesitar, de o tornar a rectificar de novo. Assim se ponha na segunda estancia no dito termo E, e depois disto se faça o livelamento para F, como o precedente, advertindo escrever os termos e as alturas, cada qual exactamente em sua columna; mas como no 2.º livelamento, a distancia d'hum a outro termo sahe de 250 varas, entaõ terá de altura mais da elevaçaõ do livel apparente que 0 - 2 - 9 para se diminuir da altura do ponto da pontaria, ou alvo que, sendo de 17 - 11 - 9, se escreverá por ponto de livel, na 2.ª columna 17 - 9 - 0.

Est. 6. Plan. e Fig. 1.

225 Depois disto, se transfira o instrumento com muita precauçaõ para G, segundo termo deste livelamento, e se apontará em F, como primeiro termo, que se escreverá na primeira columna, e na segunda a altura do ponto do livel 1, mais abaxo seis pollegadas e tres linhas, que o da pontaria, que he de 11 - 0 - 3 em razaõ do livel apparente, por cima do verdadeiro, ser de seis pollegadas, tres linhas, na distancia de 375 varas entre o termo e a estancia. Por isso, tirando-se 0 - 6 - 3 de 11 - 0 - 3 restará 10 - 6 - 0 para

a

a altura do ponto do livel 1, que se escrevem na segunda columna; na terceira o segundo termo G; na quarta a altura do instrumento acima do termo G; e na quinta a distancia entre os termos de 375 varas.

226 Ao depois, sem mudar a estancia, e unicamente voltando o instrumento para livelar até H, se fará o mesmo, como nas tiradas antecedentes do livel.

227 Finalmente, transportando-se o instrumento para H, como ultima estancia, e suppondo-se que a luneta ou oculo está muito bem para ver distinctamente hum ponto por cima do castello, se lhe fará apresentar a vara, ou pertega; e nada mais se faça que medir a altura do ponto do encruzamento na vara em *n* até o ponto *o*, em que ella está posta; e, ao depois disto, se mede a altura do ponto *o* até a calçada *I*, e da calçada até a bacia K, o que fará no total 50-9-7, de que serão tirados 3 - 9 - 7 da altura do livel apparente por cima do verdadeiro para a distancia de 1000 varas, que he a dos termos; e assim se terá do ponto do livel *n* até o fundo da bacia K 47-0-0 de altura, que se escreve na quarta columna; e na quinta 1000 varas pela distancia d'hum ao outro termo. E assim, ao depois de se ter escrito tudo isto, e cada cousa em a sua propria columna, como se disse, se farão as addições, e substracções, como se disse acima em o N.° 220, e se achará

Póde-se com hum oculo bom livelar 1000 varas.

que

que o ponto A he mais alto 51 - 9 - 0, que o ponto K do fundo da bacia; o que fará que a altura do jeto da agua poderá estar em proporçaõ quasi de quarenta e cinco pés, segundo o diametro dos tubos, e as outras circumstancias, que o acompanhaõ: de que neste Tratado se naõ faz uso. Pelo que toca á verificaçaõ do livelamento, e outros semelhantes a este, em que se vêm obrigados a livelar de alturas em alturas, só se podem fazer verificando cada tiro de livel em cada huma das situações pela inversaõ do instrumento.

Conclusaõ do livelamento.

A verificação do livelamento se fará pela inversaõ do livel.

Perfil geral dos livelamentos.

228 O Que pertence ao perfil geral deste livelamento se acha marcado em baxo do plano, e naõ haverá difficuldade alguma em o fazer conforme ao primeiro methodo proposto para o perfil geral da livelaçaõ precedente, logo que se tiver em cada columna as differentes alturas principaes exactamente escritas.

Est. 6. perfil e fig. 1.

Per-

Perfil individuado deste livelamento.

229 MAs querendo-se fazer o perfil individuado das montanhas, pelas quaes se haõ de passar, quando se corre o livel, entaõ haverá alguma difficuldade pela falta de varas, ou pertegas taõ compridas, que possaõ do fundo chegar á altura do livelamento; por consequencia o segundo methodo proposto para traçar a hum perfil individuado, naõ póde ter lugar neste. Perfil individuado dos montes.

230 Supponhamos, por exemplo, que se quer individuar o perfil das duas alturas D E, e o fundo entre as duas: neste caso, conforme o segundo methodo se ponha o instrumento em D, e se fará o ponto de mira em E, de maneira que o ponto de livel marcado *f* sobre a vara esteja no encruzamento do cabello, o que marcará a linha de livel de *e* em *f*. Depois disto se poderá com grandes pertegas, conforme o segundo methodo, chegar a individuar o mais baxo que for possivel de cada lado, como aqui até os pontos *a* e *b*; depois disto para descer até o fundo, e individuar o resto se servirá do livel d'agua, como o exemplo faz ver, descendo do ponto *a* até os pontos *d e*, e subindo ao depois do ponto *e* até o ponto *b*, o que será facil de executar, tendo o que opera alguma experiencia e conhecimento do que executa, e do que tem a seu cargo executar. Fazendo-se a mesma cousa de

O instrumento deve ser bem rectificado.

Caso, em que se deve servir do livel d'agua.

Est. 7. Plano e fig. 1.

de altura em altura, desde o primeiro até o ultimo termo, terá o perfil de todo o livelamento. Aqui só assignei ou marquei quatro tiradas de livel d'agua, se bem que para esta distancia devessem haver mais; porém o fiz assim para evitar a longitude e obscuridade, visto que quatro tiradas de livel vem a ser o mesmo, que para hum maior número.

Naõ ha caso algum, em que se naõ possaõ tirar as difficuldades observando as regras, e methodos postos acima.

231 Poderáõ acontecer na continuaçaõ de semelhantes livelamentos alguns casos particulares, os quaes no principio admiraráõ; porém ao depois se virá no conhecimento de que naõ conteráõ grandes difficuldades, attendendo-se a ellas sériamente, e observando-se o que acima se disse.

Terceiro livelamento composto.

Precauções, que se precisaõ ter, quando se trata d'hum grande livelamento.

232 PRoporei para o terceiro exemplo d'hum livelamento composto o de hum rio, e de toda a agua corrente, como a que fiz d'huma parte do rio de *Haynox* desde *Lignebruk* até *Willeborg*, e com regras geraes a conducta, que observei neste livelamento.

233 Escolhi hum tempo bonançoso, em que as aguas naõ estaõ sujeitas a grandes mudanças para mandar fincar ao mesmo tempo em muitos lugares do rio, ou dos braços, que tem relaçaõ com elle, estacas á flor da agua, ou para lhe pôr al-

guns

guns sinaes equivalentes, as quaes estacas e sinaes faraõ os termos principaes destes livelamentos.

234 A primeira estaca, posta em A acima do moinho de *Lignebruk*, marca a altura das aguas altas acima dos ditos moinhos, e faz o primeiro termo deste livelamento.

235 A estaca *b* marca a altura das aguas baxas por baxo destes mesmos moinhos, para fazer conhecer a differença das aguas altas ás aguas baxas, supposta qualquer mudança que possa acontecer na continuaçaõ do livelamento, que neste caso se julga ter sido feita no mesmo momento que as estacas foraõ fincadas. Differença das aguas altas e baxas relativamente a moinhos.

236 A estaca B sobre a borda do rio marca o segundo termo principal do livelamento.

237 As estacas, ou sinaes C D acima, e abaxo dos moinhos de *Mazurance* marcaõ a altura de suas aguas altas e baxas e a sua differença : estes saõ tambem o terceiro e quarto termos principaes. Est. 7. Plano e fig. 1.

238 Finalmente as estacas fincadas em E e em F acima dos moinhos de *Villebourg* marcaõ do mesmo modo que em *Mazurance* a differença das aguas altas e baxas, e saõ os ultimos termos extremos deste livelamento.

239 Dispuz tudo de maneira que todos estes sinaes ou marcas se posessem exactamente á flor d'agua em todo o rio, no mesmo dia, na mesma hora, e no mesmo momento, o que me deo huma justeza mui grande á verdadeira situaçaõ do

rio neste momento, em que, como disse, se julgou ser feito o livelamento. Deste modo nada tive que me podesse embaraçar ao depois o livelamento, ainda que o podesse acontecer, ou pelo crescimento das aguas, ou pela sua diminuiçaõ.

240 Tendo determinado assim os principaes termos do meu livelamento, e fixados, se procurou sómente livelar de hum a outro termo, conforme os methodos acima propostos, aproveitando-me de todas as vantagens que podiáõ contribuir ao progresso e exito da obra, e acautelando-me de todos os obstaculos, e difficuldades que a poderiaõ prejudicar.

Que a linha mais curta he a melhor para os livelamẽtos.

241 A primeira regra que se deve observar, vem a ser, a de marchar pelo caminho mais curto, que for possivel, de hum a outro termo.

242 Com tudo naõ devem observar esta regra á risca, encontrando-se no intervallo grandes obstaculos e difficuldades, como alturas, matas difficeis, pantanos, &c. ou ainda se, afastando-se das sobreditas regras, encontraõ alguma vantagem notavel, como neste exemplo, ou por marchar de A 2, primeiro termo, até B segundo termo, me aproveito dos tanques, que se achaõ algum tanto á esquerda da linha recta do meu livelamento, por onde se póde ver que eu tenho ganhado muito; e que o caminho, seguido por mim, da linha de pontos *A c, d, e, f, g, h, i, k*, B, ainda que pareça mais comprido, na realidade he mais curto;

Caso, em que se naõ deve seguir a linha mais curta.

to; porque só me foi preciso livelar as distancias d'hum a outro tanque, como de *Ac*, *de*, *fg*, *hi*, *kB*, as distancias entre os termos *cd*, *ef*, *gh*, *ik*, fazendo necessariamente cada huma linha de verdadeiro livel formado pela superficie da agua de cada tanque. Porque se naõ duvida que se naõ daõ linhas nem pontos de livel mais certos e seguros, que os da superficie d'huma agua que naõ corre, ou que naõ está em movimento; e que he sempre bom o aproveitar-se d'huma vantagem taõ grande assim para resumir a obra, como para que esta seja feita com a maior exactidaõ.

243 Fóra disto o livelamento se faz entre cada termo conforme as regras acima mencionadas, e que he superfluo repetillas.

244 Tambem se póde pelo plano, reflectindo-se na correnteza e voltas do rio, ver o quanto resumi o trabalho pelo caminho que segui, e a exactidaõ que disto resulta: porque aqui se naõ procura a longitude da sua corrente, mas taõ sómente a altura reciproca d'hum a outro ponto, tomado sobre a superficie da sua agua, que he o que lhe determina a inclinaçaõ; he muito indifferente o procurar conhecella, ou, seguindo a sua correnteza ou curso da agua, ou marchando por hum caminho mais curto, para se chegar a hum ponto dado, como de A a outro ponto como B, o que he mui facil ver-se logo que se queira attender.

245 Tendo pois livelado de A até B, como te-

tenho dito ; e tendo escrito exactamente nas columnas do meu livro os termos , as alturas, e as distancias, continuei do mesmo modo de B até C segundo a linha de pontos B *l m n o* C que me pareceo a mais facil, e a mais conveniente; por onde vim a conhecer com huma ultima precisaõ, quanto a superficie da agua em o primeiro termo A era mais alta que no termo C acima dos moinhos de *Mazurance* ; e por consequencia quanto os moinhos de *Lignebruk* estaõ mais altos que os de *Mazurance*, e quanto a superficie da agua está mais alta em huma estancia que na outra, e todas as consequencias que devem resultar disto.

246 Livelei os dous termos C e D acima e abaxo dos moinhos para conhecer a differença de suas aguas altas e baxas.

247 Livelei do termo D , atravéz do campo, até o termo *p* sobre de *fidel-zée*, e deixando este ponto *p*, para vir á outra extremidade do tanque o ponto *q*, que he o mesmo que *p*, e estando, como já o disse, ambos em livel, passei sobre o *fidel-zée*, a *l ovzée*, livelando pelo mato de *q* em *r*, que o tornei a deixar para tomar o termo *s* donde livelei até *t* e de *t* até *E* acima dos moinhos de *Villebourg* e de E em F por baxo dos ditos moinhos.

248 Conheci, por este livelamento, quanto as aguas acima e abaxo dos moinhos de *Lignebruck* estaõ mais altas que as dos moinhos de *Mazuran-*

ces; quanto as dos moinhos de *Mazurance* estaõ mais altas que as dos moinhos de *Villahoug*, e todas as consequencias que disto se podem tirar.

249 Esta foi a conducta observada por mim nesta livelaçaõ, e a que se deve observar em todas as obras desta natureza. Deste exemplo podem ver, qual seja a consequencia, conhecendo-se bem o terreno, tanto para evitar as difficuldades, que podem topar na continuaçaõ d'hum livelamento, como para se aproveitarem d'huma infinidade de vantagens muito grandes.

250 Este livelamento foi de quasi cinco milhas Allemãs em linha recta, e de quasi nove ou dez milhas seguindo o curso do rio, e conforme as suas voltas, ou serpejamentos. Agora se vai a tratar do perfil deste livelamento, para se lhe assignar, ou marcar exactamente todas as suas particularidades.

Perfil do terceiro livelamento composto.

Como se deva fazer o perfil do livelamento. Est. 7. Plano e fig. 2.

251 PAra traçar este perfil, fiz d'antemaõ a linha de pontos A, G, para ser a do livel, sobre que abaxei os principaes termos do livelamento, como aqui A, B, C, D, as perpendiculares, que, sendo prolongadas por hum modo indeterminado, bastassem a servir de traçar o perfil da maneira seguinte.

252

252 Começando do primeiro termo A que he o das aguas altas de *Lignebruk*, tomei sobre a perpendicular huma distancia de tres pés, marcada *b* para a differença que achei entre as aguas altas, e as aguas baxas. Deste ponto *b* lancei a linha de pontos *b c* parallela á do livel A G. Do ponto *c* marquei no perpendicular huma distancia de quatro pés até B, e esta distancia he a que achei de differença na altura do termo *b* ao termo B. Lancei do ponto B a linha parallela de ponto B d. Ao depois desci de *d* em E tres pés para a differença do livel do termo B ao termo C, e de quatro e meio de *C* a *D* pela differença das aguas altas as aguas baxas dos moinhos de *Mazurance*. Do ponto D lancei huma linha parallela de pontos até o ponto *e*, e sobre a perpendicular do ponto *e* até E, notando tres pés pela differença do livel achado do termo D ao termo E. Finalmente marquei do ponto E ao ponto F, sobre a mesma perpendicular, hum pé e seis pollegadas, por differença entre as aguas altas e aguas baxas dos moinhos de *Villebourg*; o que faz ver que o termo A a borda da agua vem a ser o mesmo que o ponto A das aguas altas dos moinhos de *Mazurance*, isto he de dez pés; do mesmo modo o termo C das aguas altas de *Mazurance* está mais alta que o termo E das aguas altas dos moinhos de *Villebourg* sete pés e meio. Ajuntando-se pé e meio, para differença das aguas altas ás aguas baxas, se terão dezenove pés, em

Est. 7. Plano e fig. 2.

Quanto as aguas saõ mais altas em Lignebruk, que em Villebourg.

em que as aguas altas de *Lignebruk* saõ mais altas que as de *Villebourg*.

253 Se, em algumas livelações, iguaes a estas, encontrar algumas differenças notaveis, no curso d'hum rio, como nos lugares em que estes forem mais estreitos, e onde haja hum fundo menor que nos lugares em que for mais largo: o que deve fazer huma grande differença relativamente á sua maior, e menor rapidez; e, por consequencia, em razaõ do maior, e menor livel d'hum para outro lugar; neste caso se precisa ter cuidado em a marcar exactamente no perfil do livelamento; e isto he de tanto maior importancia, quanto saõ as consequencias, que della resultaõ, que pela mór parte saõ muito grandes.

254 Ver-se-ha destes tres livelamentos compostos se naõ dá caso algum, por mais difficil que seja, que possa embaraçar a hum Engenheiro, ainda sabendo pouco da sua arte, o seguir as maximas acima escritas, para que possa observar huma conducta exacta e uniforme no seu trabalho.

Quar-

Quarto exemplo de hum livelamento composto.

255 QUando se pertende livelar por todos os lados, e em todos os sentidos huma certa extensaõ de terreno, como, v. g. huma Praça com os seus suburbios, da qual he absolutamente necessario conhecer com toda individuaçaõ, e exactidaõ todas as alturas, e os fundos, ou para lhe fazer hum relevo, ou para lhe projectar obras, ou para conhecer com huma ultima exactidaõ os altos, de que póde estar rodeada; e quanto ella commandaria, ou poderia ser commandada &c. seria para isto muito proprio o instrumento, que propuz, e do qual dei a descripçaõ no Capitulo precedente N.º 133.

Est. 7. Plano e fig. 1.

256 Supponhamos, por exemplo, *Lugnebruk*, com os seus suburbios, de que se queira conhecer todas as differentes alturas e fundos, por alguma das razões, ou causas acima ditas. Seria preciso, ao depois de se ter rectificado o instrumento por alguns dos methodos mencionados acima, pollo em algum lugar cómmodo, donde se possa ver huma grande extensaõ de terreno, como a ponta d'hum bastiaõ: tambem se poderia servir da mesma estancia para o rectificar.

257 Deve-se suppôr que se tem posto nos termos principaes do livelamento, que se pertende fazer, estacas á flor da terra, e que se teraõ mar-

ca-

cadas, e notado exactamente no plano dos subúrbios, que por amor disso se devem ter feito com a mais escrupulosa exactidaõ.

258 Livelando-se, d'hum ponto da estancia tomado da ponta d'hum bastiaõ, com hum instrumento bem rectificado, e, apresentando-lhe em cada termo huma pertega d'hum comprimento conveniente, se teráõ com toda a exactidaõ as alturas reciprocas d'hum a outro termo.

259 Disse que o instrumento, por mim proposto no Capitulo precedente, seria o mais proprio de todos para estas operações porque, podendo voltar sobre o seu centro, se poderiaõ tirar tantas linhas quantos saõ os radios, que se suppõem em hum circulo, cujos sinaes de livelaçaõ recebbriaõ outros tantos pontos de liveis sobre as pertegas, ou varas, apresentadas em cada termo, sem, por isso, prejudicar, a razaõ que se deve em respeito á altura do livel apparente. Poder-se-hia fazer o mesmo ao redor da praça ou lugar, mudando-se tantas vezes, as estancias, quantas o terreno pedisse. Ainda que se attenda muito pouco a isto, se conhecerá que ella naõ tem maior difficuldade, logo que observem o marcar exactamente as differentes alturas do terreno em o plano, e em hum Caderno, que deve estar prompto para isto.

260 Querendo-se entrar n'huma maior individuaçaõ, neste caso unicamente devem procurar que se

haja de livelar d'hum a outro termo com hum livel pequeno, e de lhe formar os perfis do modo já dito. Por este se poderá encher, com a ultima precisaõ, os objectos que lhe houverem de encommendar.

IN-

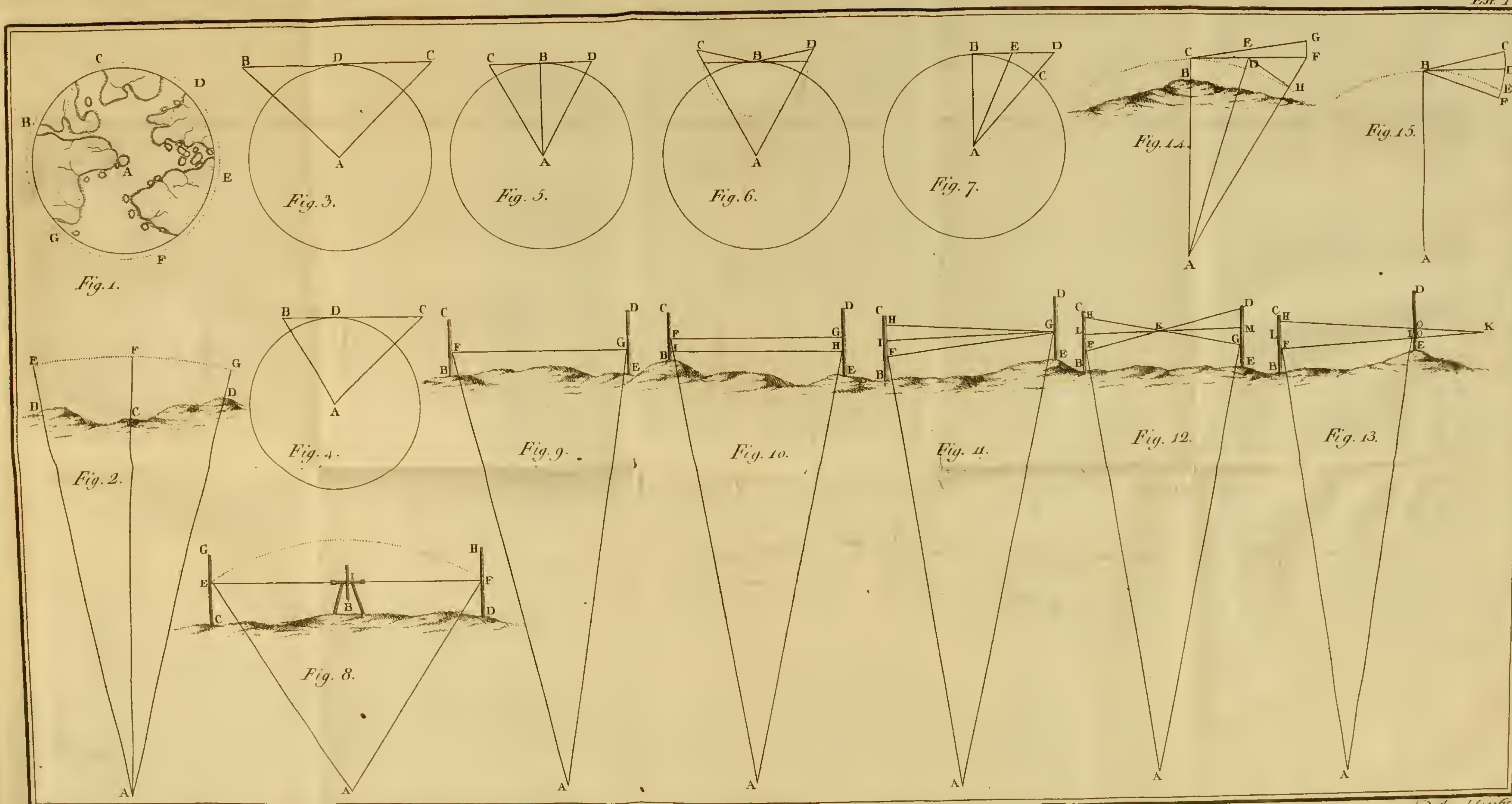
INDICE.

CAPITULO I. *Da Theoria do Livelamento.* - - - - - - - - - - Pag. 1
Exemplo. - - - - - - - - - - - - ibid.
Exemplo. - - - - - - - - - - - - 2
Dos differentes Methodos para marcar os pontos de Livel. - - - - - - - - - - 3
Exemplo. - - - - - - - - - - - - ibid.
Exemplo. - - - - - - - - - - - - 4
Exemplo. - - - - - - - - - - - - 5
Do Livel apparente. - - - - - - - - - 6
Das alturas do Livel apparente. - - - ibid.
Exemplo. - - - - - - - - - - - - 7
Taboa das elevações do Livel apparente. - - 8
Da Refracçaõ. - - - - - - - - - - 9
Segundo Methodo. - - - - - - - - - 11
CAP. II. *Descripçaõ de muitos liveis, e modo de os rectificar. Do livel d'agua.* - - - 20
Descripçaõ do livel de M. Huygens. - - - 22
Rectificaçaõ deste livel, e modo de se servir delle. 25
Descripçaõ do livel de M. Lahire. - - - 29
Descripçaõ do livel de M. Picard. - - - - 34
Descripçaõ d'hum livel de nova construcçaõ. - 38
Modo de se servir deste livel. - - - - - 45
Descripçaõ d'hum segundo livel tambem de nova construcçaõ. - - - - - - - - - 49
Da verificaçaõ do livel. - - - - - - - 55

Rectificaçaõ do livel por inversaõ. - - - - 56
Segundo modo de se rectificar hum instrumento. 59
Terceiro modo de verificar hum instrumento. - 60
Da verificaçaõ do livelamento. - - - - - 63
CAP. III. *Da practica do livelamento.* - - 65
Do livelamento simples. - - - - - - - - 66
Do livelamento composto. - - - - - - - 68
Do perfil d'hum livelamento. - - - - - - 73
Methodo para tirar o perfil individual d'hum livelamento. - - - - - - - - - - 76
Outra livelaçaõ composta. - - - - - - - 80
Perfil geral dos livelamentos. - - - - - - 86
Perfil individuado deste livelamento. - - - 87
Terceiro livelamento composto. - - - - - 88
Perfil do terceiro livelamento composto. - - - 93
Quarto exemplo de hum livelamento composto. - 96

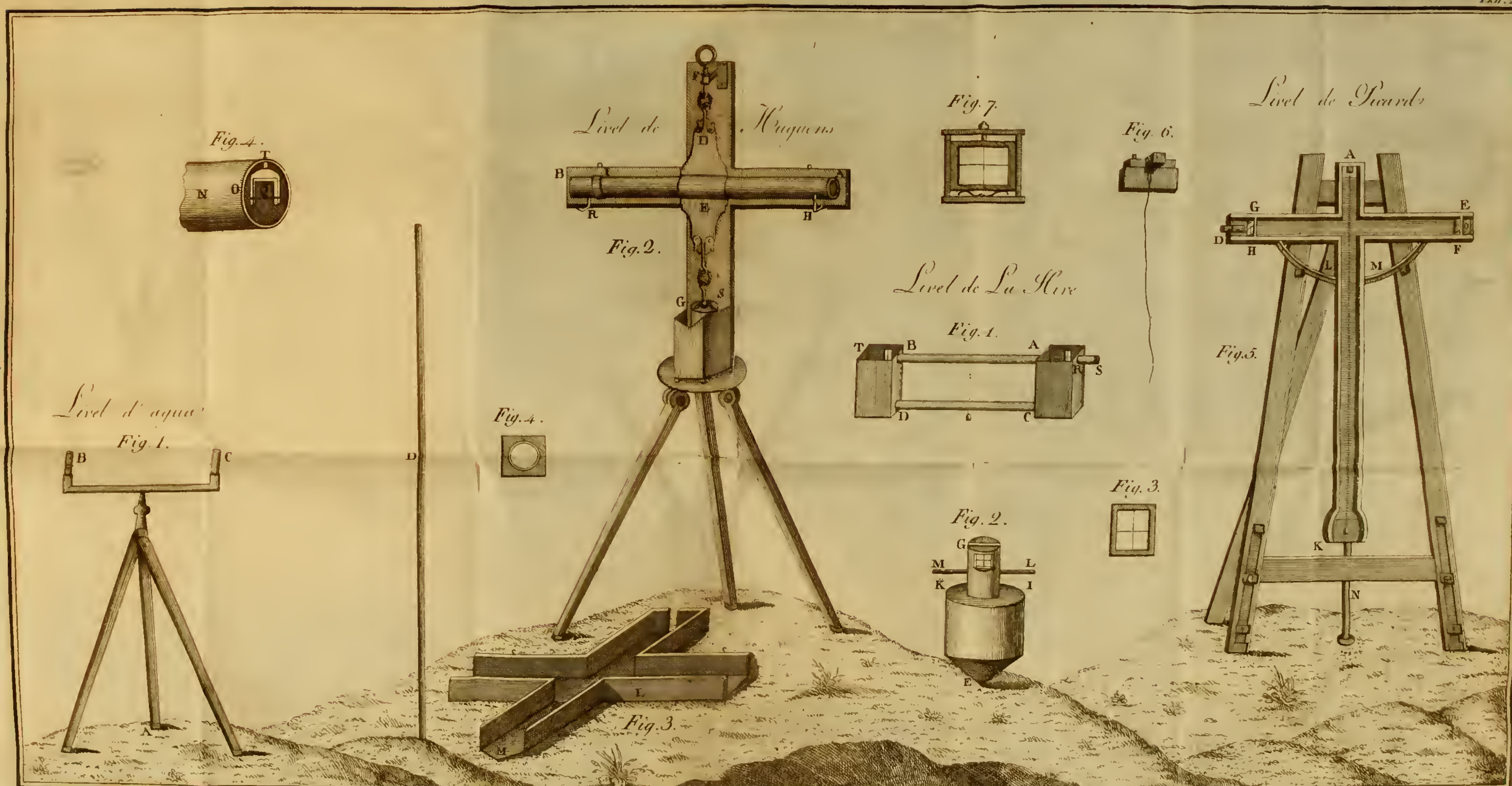
FIM.

Est. 1.



Jo. Arco dolego ftf.

RP.JCB


Livel d' aqua
Fig. 1.
Fig. 4.
Livel de Huguens
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 7.
Fig. 6.
Livel de La Hire
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Livel de Picard
Fig. 5.

RPJCB

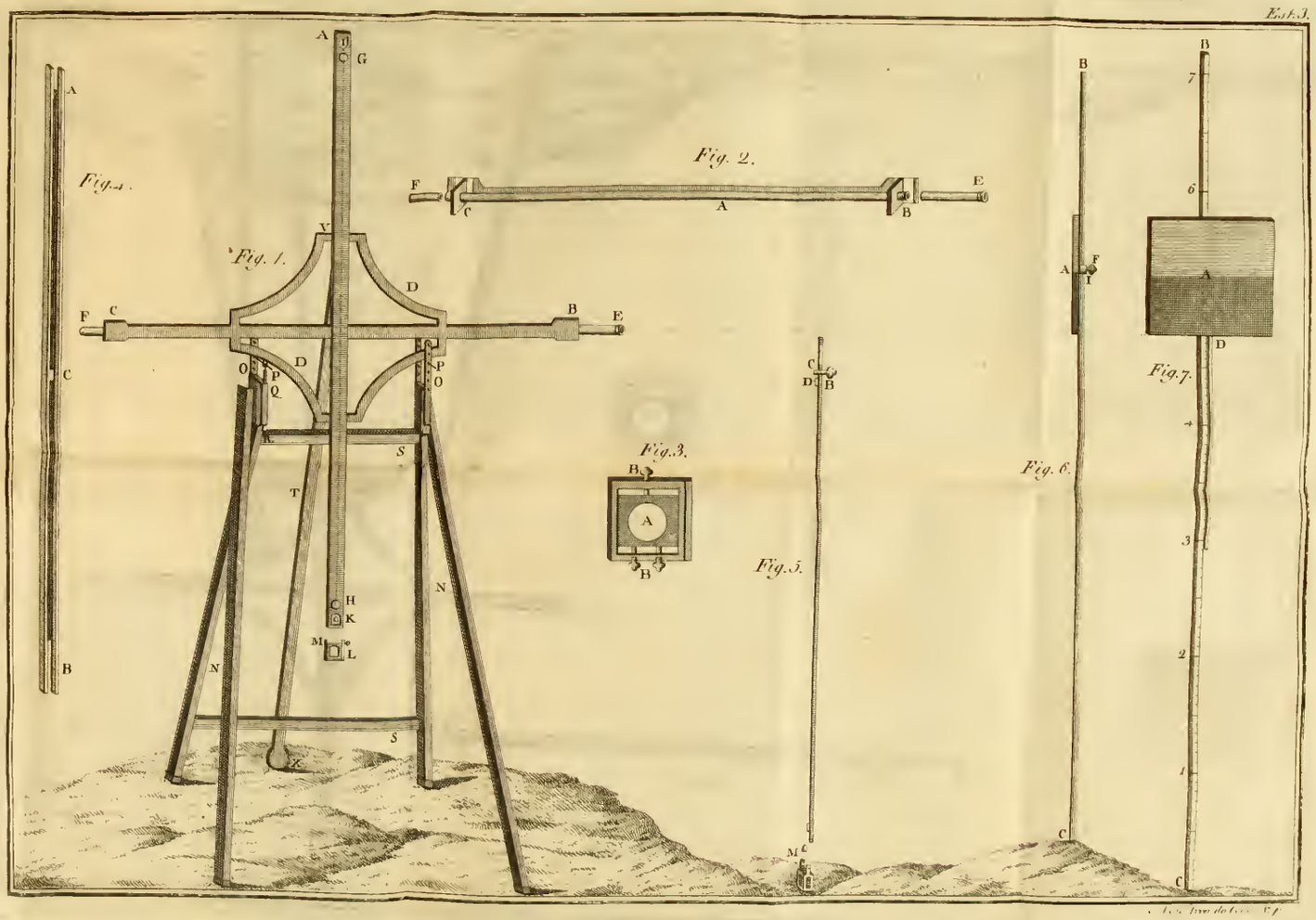
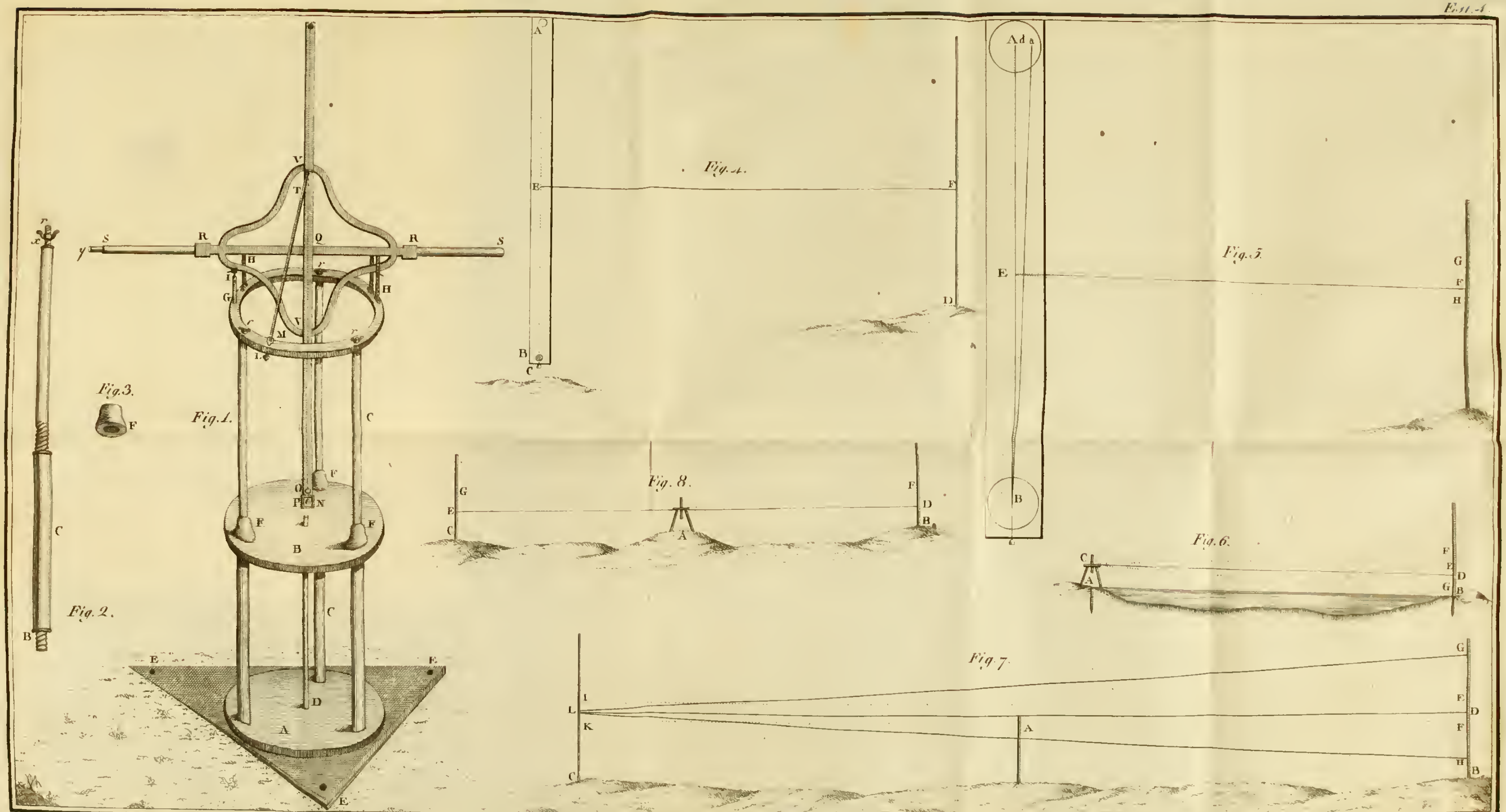


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.

RPJCB

Est. II. A.



RPJCB

Est. 5.

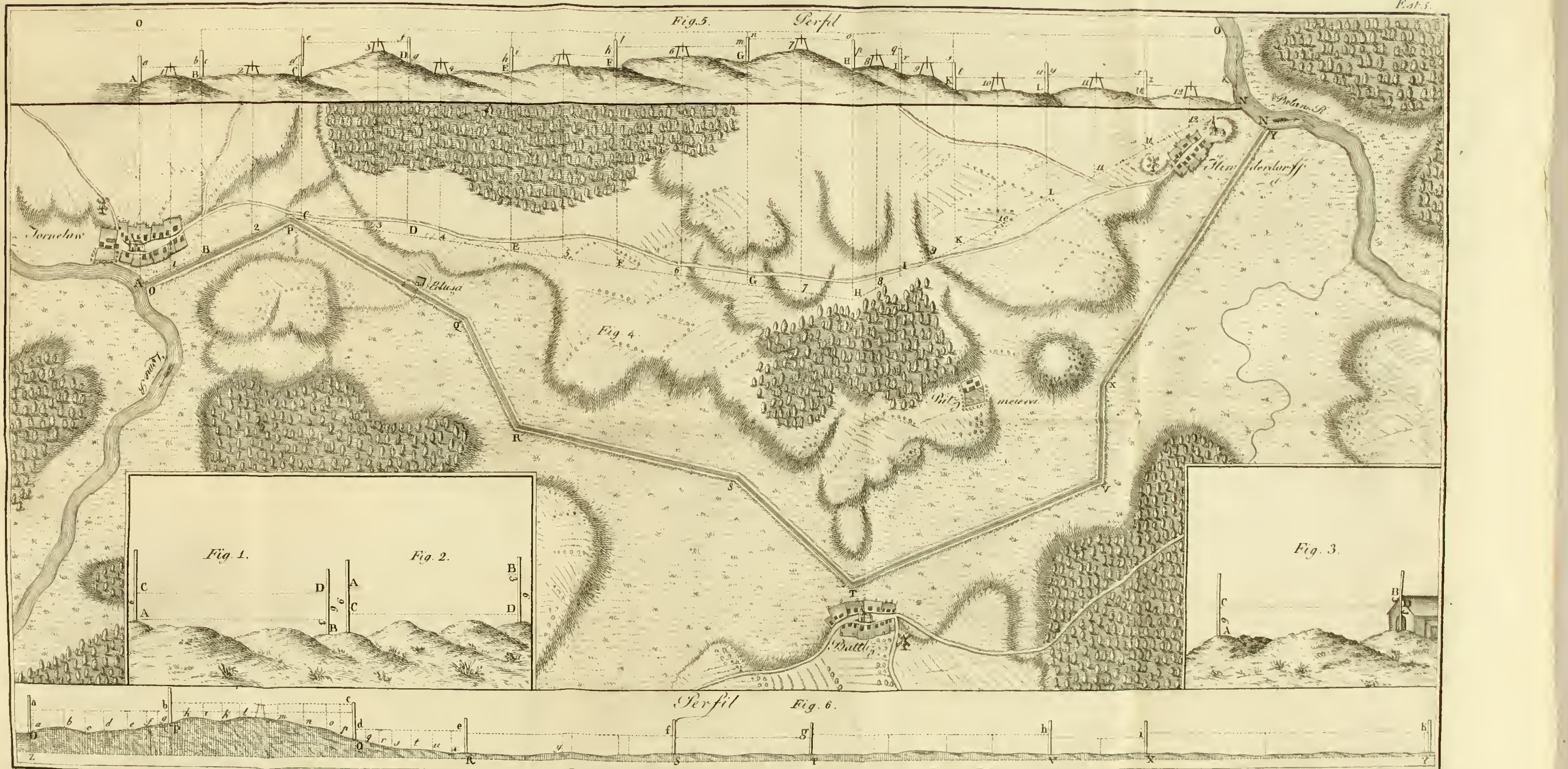
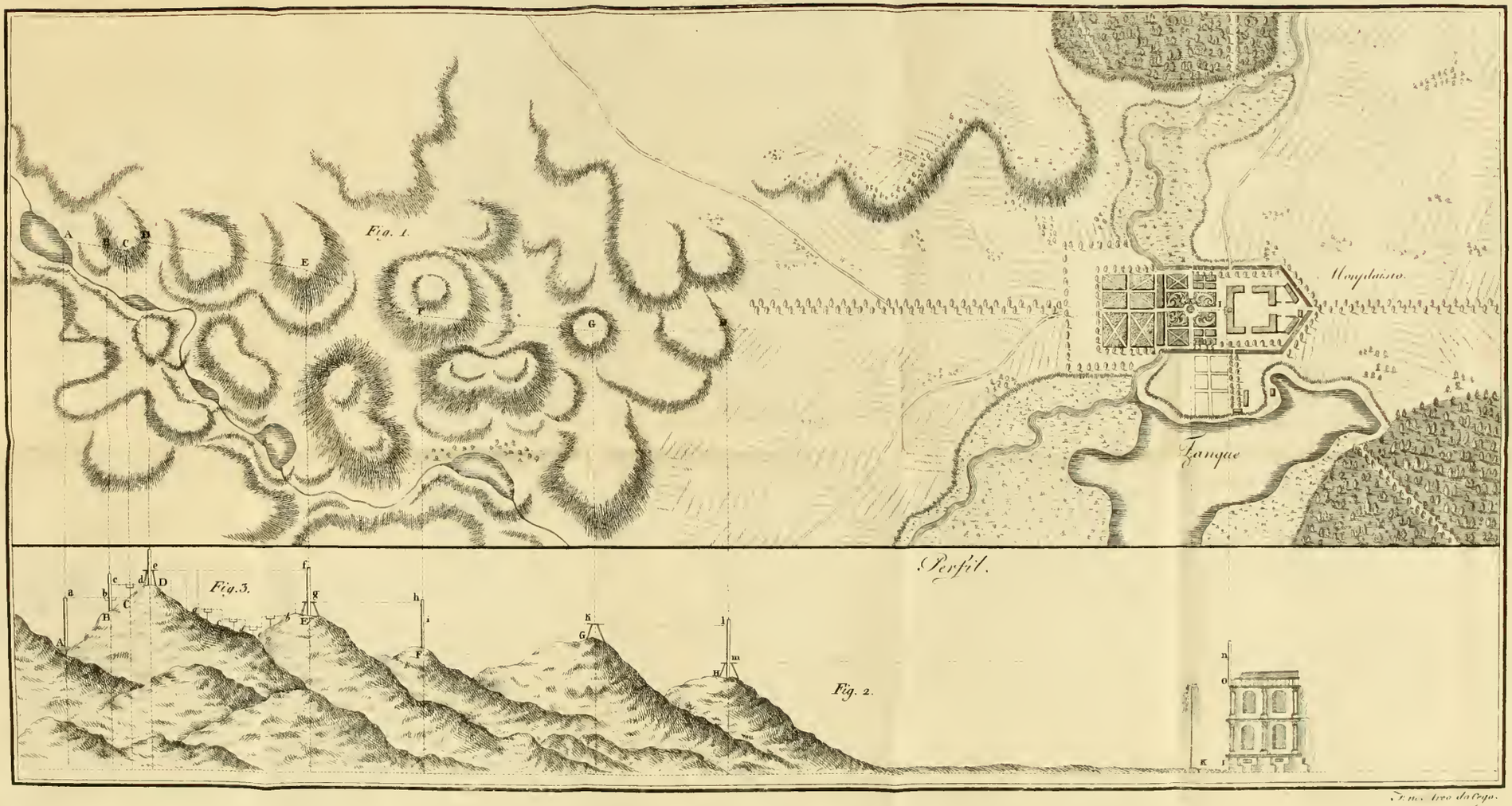


Fig. 5. Perfil
Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Perfil Fig. 6.
Tornelaw
Esclusa
meteria

RPJCB



Jr. ne Arco da Cego.

RPJCB

Est. 7.

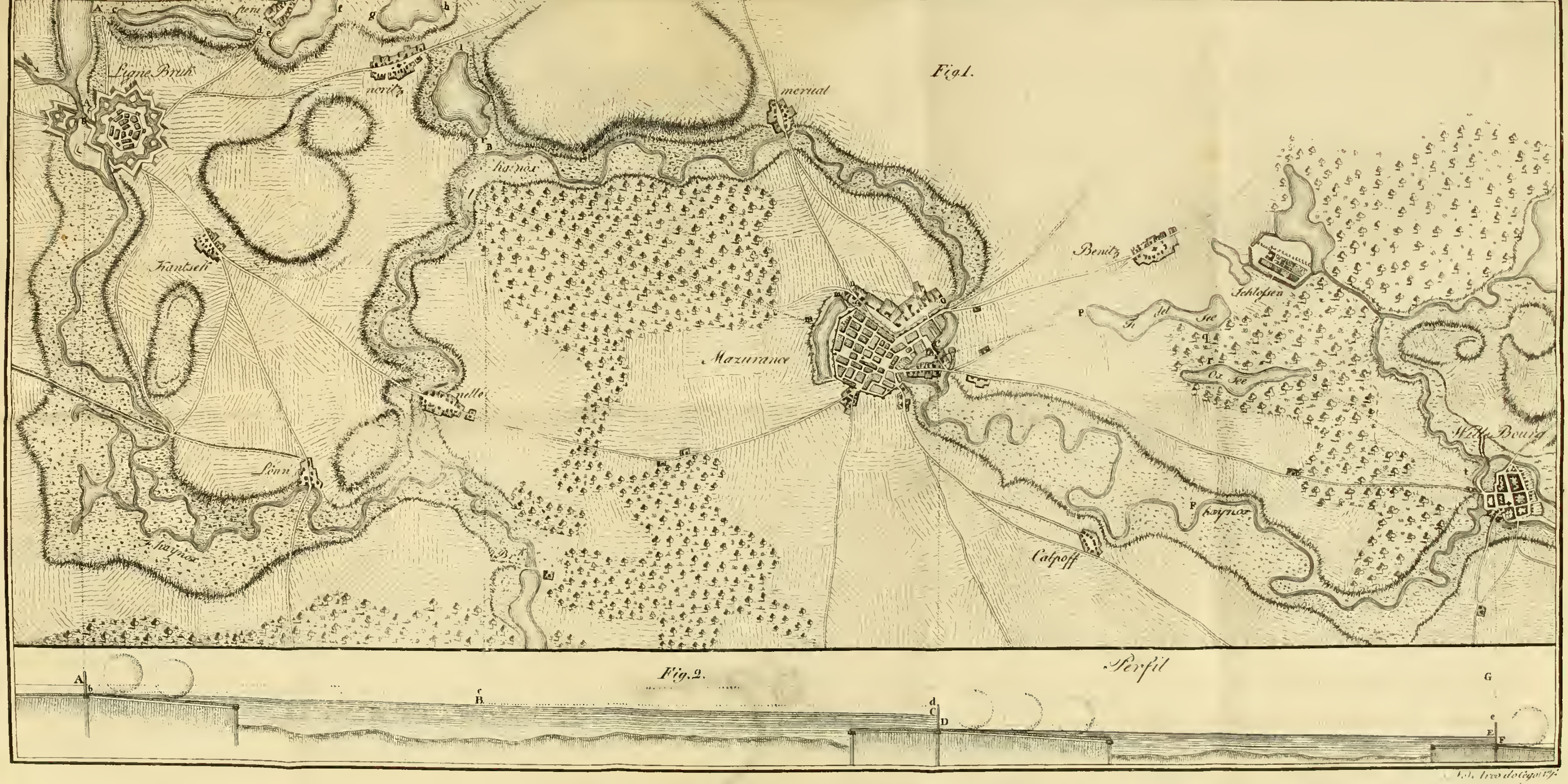


Fig. 1.
Ligne Bruk
neritz
meriat
Rantzen
Mazurance
Benitz
Schlossen
Calpoff
Wille Bourg
Fig. 2.
Perfil

RPJCB

E803
L493m